CONVERSATIONS

on

NATURAL PHILOSOPHY.

Translated from English into Maráthé

by

HARÍ KESHAWAJÉ.

With a Glossary of different Terms.

Lithographed for the

Bombay Native Education Society.

BOMBAY

1833.

सिद्ध पदार्थविज्ञान शास्त्र.
विषयक संवाद.

हा ग्रंथ

शब्द परिभाषा युक्त.

इंग्रेजी मूळग्रंथावरून महाराष्ट्र भाषेंत.

हरी केशवजी

यांहीं केला.

सन इशवी १८३३

शके शालीवाहन १७५५

To,
The Right Honorable
John Earl of C[illegible]
Governor of Bombay

My Lord,

The slight degree of the knowledge of the English language and the elements of Natural Phylosophy which I possess, having been conveyed to me through the means of your benevolent and learned Countrymen, the patrons of the Arts, Sciences, and Civilization, naturally produced in me a desire of communicating it to my Countrymen as an efficacious means of securing their moral and intellectual improvements and thus promoting the amelioration of their condition. This desire through the kind assistance of my Friends, and the liberal patronage of that most useful Institution, which was wisely founded by the Honorable Mountstuart Elphinstone and generously protected

both

both by Sir John Malcolm and Your Lordship, is, in some measure gratified, in consequence of my having become the instrument of producing this Work, which as a sincere tribute of high respect from a Native Subject, is dedicated with profound deference to Your Lordship, who is the distinguished Promoter of Learning and especially of Native Education.

I remain,

My Lord,

Your most Obedient and humble Servant.

Hurree Keshowjee.

Som Wanshi Kshatriya Pâthâre

Assistant to the Head Clerk,

Tannah Adawlut, and

Member of the Translating Committee of the Bombay Native Education Society.

Tanna,
11th August 1832.

अनुक्रमणिका.

संवाद १
पदार्थांचे सामान्य धर्म.

पृष्ठ १ पासून ३३ पर्यंत. उपोद्घात, निर्भेद्यता, परिमेयता, आकार, विभाज्यत्व, जडत्व, आकर्षकत्व, स्नेहाकर्षकत्व, दार्ढ्य, वैरल्य, अग्नि, गुरुत्वाकर्षकत्व.

संवाद २
गुरुत्वाकर्षकत्व.

पृ॰ ३३ — ५८ गुरुत्व, पदार्थपतन, वातप्रतिबंध, लघुपदार्थोर्ध्वगमन.

संवाद ३
चलननियम.

पृ॰ ५८ — ९३ चलन, पदार्थजडत्व, चलनोत्पाद

क प्रेरणा, चलनमार्ग, स्वतंत्र वेग, वेगगण्यवेग, समगति, क्षीयमाणगति, वर्धमानगति, पदार्थ, पतनवेग, चालकत्व, आघात, आणि प्रत्याघात यांची समानता, पदार्थाचा स्थितिस्थापक संस्कार, पदार्थसच्छिद्रता, परावृत्तचलन, पतनकोण, आणि परावर्तनकोण.

संवाद ४
मिश्रचलन.

पृ॰ ९४ — १२२ मिश्रचलन, जें परस्परविरुद्ध दोन प्रेरणांचें फळ; वर्तुलाकारगति, जें दोहों प्रेरणांचें फळ आहे, जां दोहों प्रेरणांतील एक प्रेरणा पदार्थातें ध्रुवाकडे ओढलेलें ठेविते; चलनमध्य तोचकीं जा स्थाना भोंवते पदार्थाचे दुसरे भाग चलनविशिष्ट असतां जें स्थान स्थिर राहतें. महत्व मध्य ह्मणजे पदार्थाचा मध्यभाग. ध्रुवाकृष्टी प्रेरणा, जी प्रेरणा भ्राम्यमाण पदार्थातें स्थिर आणि मध्यस्थान जें त्याकडे ओढलें ठेविते ती. ध्रुवोत्सृष्टी प्रेरणा. भ्राम्यमाणपदार्थानें जी प्रेरणा ध्रुवापासून उडवावयास पाहते ती. तरंगभंगाकृत्यनुरूप पदार्थ

पतन

पतन. गुरुत्वमध्य ह्मणजे भाराचा मध्य किं॰ जा स्थाना भोंवते पदार्थाचे अवयव परस्परांस तोलून धरितात.

संवाद ५
यांत्रिक शक्ति.

पृ॰ १२३ — १४४ यांत्रिक शक्ति, सामान्यउच्चालन, पहिल्या प्रकारचें उच्चालन, जाचे ठायीं एकेअग्रावर उच्चाल्य राहतें, दुसऱ्यावर उच्चालक असतें, आणि याचे मध्यभागीं टेंका असतो. दुसऱ्या प्रकारचें उच्चालन, जाचे ठायीं एकेअग्रावर उच्चालक, दुसरेअग्रास टेंका, आणि मध्यभागीं उच्चाल्य असतें. तिसऱ्या प्रकारचें उच्चालन, जाचे ठायीं एकेअग्रास टेंका, दुसऱ्यावर उच्चाल्य, आणि मध्यभागीं उच्चालक असतो.

संवाद ६
यांत्रिक शक्ति.

पृ॰ १४५ — १७२ कप्पी, आंसास खिळलेलें चाक,

उतरण

उत्तरण, पाचर, मळसूत्र.

ज्योतिषशास्त्र.

संवाद ७
पृथ्वीचे वार्षिक गतीचीं कारणें.

पृ० १७३ — २०० पृथ्वीचे वार्षिक गतीचीं कारणें, ग्रह आणि त्यांचा गति, पृथ्वी आणि ग्रह यांची दैनंदिनगति.

संवाद ८
ग्रह.

पृ० २०१ — २३० उपग्रह किं० चंद्र, चंद्रदूरत्वाचाओवर्ग तत्परिमित गुरुत्वाचा क्षय, सूर्याचें ग्रहण, धूमकेतु, नक्षत्रें, राशिचक्र, आणि प्रसंगात् कपर्निकस् आणि नुटन ज्योतिष्कार यांचें वर्णन.

संवाद ९
पृथ्वी.

पृ० २३१ — २८१ भूगोल, वत्याची आकृति, आंदोलक, ऋतुभेद, आणि अहोरात्रांची मानवृद्धि, उष्णकालींचा उष्णत्वाचें कारण, सौरमान, नाक्षत्रमान, आणि सममान.

संवाद १०
चंद्र.

पृ० २८१ — ३०४ चंद्राचीगति, चंद्रकळा, चंद्रग्रहणें, बृहस्पतीचे चंद्राचीं ग्रहणें, भुजकोटि, उपग्रहांचें संक्रमण, भरती ओहोट.

प्रवाहीधर्मशास्त्र.

संवाद ११
प्रवाहीपदार्थांचे यांत्रिकधर्म.

पृ० ३०५ — ३३० प्रवाहीपदार्थांची व्याख्या, प्रवाही पदार्थ

पदार्थ आणि त्यांचे भेद, असंकोच्य प्रवाही, किंवा दुःसंकोच्य प्रवाही, प्रवा त्यांचें स्नेहाकर्षकत्व, त्यांचें गुरुत्वाकर्षकत्व, त्यांचें समतोलन, त्यांचा दाब, त्यांचें विशिष्टगुरुत्व, जलापेक्षां गुरुतरपदार्थ, जलाइतकाजा पदार्थांचा भारने, जलापेक्षां हलके पदार्थ त्यांचें विशिष्टगुरुत्व.

संवाद १२
झरे कारंजी.

पृ॰ ३३१ — ३५२ वाफेचें उर्ध्वगमन, मेघोत्पत्ति, पर्जन्योत्पत्ति, पर्जन्यवृष्ट्यादिक, झरे, नद्या, सरोवरें आणि कारंजीं, यांची उत्पत्ति.

वायुधर्मशास्त्र.

संवाद १३
वायूचे यांत्रिकधर्म.

पृ॰ ३५२ — ३७६ वायूचे अंगींचा स्थितिस्थापक संस्कार, वायूचा भार, वाताकर्षक यंत्राचें प्रयोगदर्शन

न, वातमानयंत्र, वायु तोलण्याची रीति, वायूचें विशिष्टगुरुत्व, बंब, शोषकबंब, उत्चालक बंब.

संवाद १४
चलितवायु आणि शब्द.

पृ॰ ३७७ — ४०४ सामान्यचलितवायु, नित्यचलितवायु, कादाचित्कचलितवायु, चलितवायूची भरती ओहोट, सामान्यशब्द, सनादपदार्थ, वाद्यध्वनि, स्वरसाम्य, माधुर्य.

दर्शनानुशासन.

संवाद १५
दर्शनानुशासनसंबंधीविषय.

पृ॰ ४०५ — ४४३ स्वप्रकाशपदार्थ, परप्रकाशपदार्थ, आणि पारदर्शकपदार्थ, प्रकाशप्रसरण, छाया, प्रकाशपरावर्तन, परावृत्तप्रकाशाचे योगानें परप्रकाशपदार्थांचें दर्शन, दर्शनव्याख्यान, कामिराआब्स्क्युरायंत्र, नेत्रांतर पटलावर पदार्थांचें प्र

तिबिंब

तिबिंब.

संवाद १६
दर्शनकोण, आणि आरशाचें किरणपरावर्तन.

पृ० ४४३ — ४८८ तत्प्रसंगीं समान आरशाचें किरण परावर्तन, गोलबाह्य आरशाचें आणि गोलांतर आरशाचें किरण परावर्तन.

संवाद १७
किरणवक्रीभवन आणि रंग.

पृ० ४८९ — ५४० पारदर्शक पदार्थामधून प्रकाशाचा आरपार प्रवेश, किरण वक्रीभवन, वातावरणकृत किरण वक्रीभवन, लेन्साचे योगानें किरण वक्रीभवन, प्रकाश किरणाचे रंग, पदार्थाचे रंग.

संवाद १८
नेत्ररचना व दर्शनानुशासनोपयोगी यंत्रें.

पृ० ५४० — ५७५ नेत्रवर्णन, नेत्रांतरपटलावरील
प्रति

प्रति बिंब, नेत्ररसेंकरून किरण वक्रीभवन, उपनेत्रांचा उपयोग, एकेरी सूक्ष्म दर्शक, दुहेरी सूक्ष्म दर्शक, किरण वक्रीकारक दुर्बीण, आणि किरण परावर्तक दुर्बिण.

अनुक्रमणिका.

सिद्ध पदार्थ यंत्रे इत्यादिकांचे आकृतींची.

अचरकप्पी ———————— पृष्ट १४५
———————— १४६
———————— १५०
अविस्तीर्ण बुडाचा पदार्थ ———— १२०
आघात प्रत्याघातयांची समानता बोधक हस्तिदंती गोळे ७६
आंसास खिळलेलें चाक ———— १५५
———————— १५६
उच्चालकत्व प्रतिबोधक ———— १३५
उच्चालन पहिल्या प्रकारचें ———— १३७
दुसऱ्या प्रकारचें ———— १४१
तिसऱ्या प्रकारचें ———— १४३
———————— १४४
उतरण ———————— १५१

ऋतु

ऋतुभेद आणि रात्रदिवसांचा न्यूनाधिकभाव —— २५३
एके पदार्थाच्या अनेक छाया —— ४१६
कप्यांचें जुळें —— १५४
कमिरा आब्स्क्युरा —— ४३१
•कांच —— ५०३
कारंजें —— ३५०
किरणाची छटा —— ४०८
गुरुत्वमध्य पहावयाचे पदार्थ —— १२१
—— मुद्यांचा —— ११७
—— दाखविणारी गाडी —— १११
गोलांतर आरसा —— ४७९
—— ४८१
गोलांतर आरशाचें फोकस —— ४८४
—— ४८७
गोलबाह्य आरसा —— ४७१
—— ४७५
ग्रहगण —— २०७
—— २०८
ग्रहण चंद्राचें व सूर्याचें —— २८७

चंद्र

चंद्र —— २८३

चरकप्पी —— ३५१

चलनरोखाचे सरळरेषेनें पदार्थाचें उड्डान —— १०४

जलकणाकृति —— ३१३

जलगणकयंत्र —— ३३०

जा पदार्थास धक्का बसतो त्याचे प्रत्याघातें करून चलन विशिष्ट पदार्थाचे चलनाचा लोप होतो असें दाखविणार हस्तिदंती गोळे —— ७७

झरे —— ३३८

डोळा —— ५४१

डोळ्याची कनीनिका —— ५४२

तराजू —— १२५

खोटी —— १२७

—— १२९

तराजू —— १३२

तांतलसाचें पात्र —— ३४४

तुळा किं॰ कांटा —— १३०

दुर्बीण —— ५७१

दुहेरी सूक्ष्मदर्शक —— ५६३

द्वीनलेन्सें ——— ५५५ पासून तर ५५६ पर्यंत.
नाक्षत्रमान ——— २७८ ——— २७९ ———
नेत्रांतरपटलें ——— ५४५
नेत्रलेन्सेसहित ——— ५४९
——— बांधून — ५५० पासून तर ५६४ पर्यंत.
पतनकोण आणि परावर्तनकोण यांची समानता ——— ९२
पदार्थानें दुरून लहान दिसणें ——— ४४५
——— ४५७
पराबोला किं॰ तरंगभंगाकृति ——— १०७
पाञ्चर ——— १६०
पृथ्वीवरील उष्णतेच्या न्यूनाधिकभाव २६६ पा॰ तर २६९ प॰
पृथ्वीकक्षेचें तळ ——— २३७
पृथ्वीची वार्षिक गति ——— १७६
प्रवाहीचा दाब ——— ३१४
——— ३१६
——— ३१८
प्रिजम ——— ५०९
बंब ——— ३७०
——— उच्चालक ——— ३७४

बोला

बोलावयाचा करणा —— ३९८
भरती ओहोट —— २९८ पासून तर ३०१ पर्यंत.
भूगोळ —— २३३
—— २३८
मळसूत्र —— १६२
मळसूत्राचा वेढा —— १६४
मिश्रचलन —— ९५
—— दाखविणारे समचतुष्कोन —— ९७
राशिचक्र —— ३५८
लघुकोण —— ९१
लेन्स —— ५०५ पासून तर ५०९ पर्यंत
वर्तुळाकारगति —— १०२
वक्रीभवन जळें करून —— ४९१
वायुकरून —— ४९३
वाटरलेवल —— ३११
वाटींतील पैसा —— ४९५
वाढती छाया —— ४१५
वातावरण आणि सूर्य —— ४९८
वाताकर्षक यंत्र —— ५५

विशाल

विशालकोण ——————————— ९१
वृद्धमनुष्याचे नेत्रांचीरचना ५५७ पासून तर ५६० पर्यंत
सनादपदार्थांचें आंदोलन ——————————— २९१
सपाट आरसा ——————————— ४६२
——————————— ४६५
समानकोण ——————————— ८८
स्थितिस्थापकसंस्कारहीनगोळे ——————————— ७८
सीफन ——————————— ३४१
स्कवर्णाचें उन्मान जलें करून ——————————— ३२५
सूर्य आणि पृथ्वी ——————————— ४१२
— सूक्ष्मदर्शक ——————————— ५६१
सूक्ष्मदर्शक ——————————— ५६५
——————————— ५६७ पासून तर ५६९ पर्यंत
स्पेकत्रम ——————————— ५११
——————————— ५१५
स्वप्रकाशपदार्थ ——————————— ४०७

College of Fort William

अथ प्रथम संवाद पदार्थांचे सामान्य धर्मा विषयीं

ज्या संवादांत उपोद्घात, आणि निर्भेद्यता, परिमेयता, आकार, विभाज्यत्व, जडत्व, आकर्षकत्व स्नेहाकर्षकत्व, दार्ढ्य, वैरल्य, अग्नि, गुरुत्वाकर्षकत्व. यां सर्व विषयांचें निरूपण केलें आहे.

कृष्णनामा आणि गोपाळनामा असे दोघे बंधू होते. त्यांतील वडील कृष्णनामा कोणे एके गुरूस शरण जाऊन ह्मणत आहे; कीं महाराज मी आपल्या कनिष्ठ बंधूस विद्वान् करीन अशी प्रतिज्ञा केली होती, परंतु तें कर्म सुगम नव्हे, परम दुस्तर, असें आतां मला कळूं आलें; तर तें कर्म माझ्याहातून सिद्धीस जावयास कृपा करून मला अनुकूळ व्हावें: सामान्य मुलें जशीं शिकतात तसें तो शिकत असता तर माझ्यानें त्यास सांगवतें; परंतु तो लाहान असून असा पृच्छक आहे, कीं त्यास ज्या ज्या शंका प्राप्त होतात त्यांचीं यथा योग्य उत्तरें झाल्यावांचून त्यानें समाधान होत नाहीं, आणि त्याणें प्रश्न केला असतां तसें उत्तर द्यावयास मला तर समयीं सुचत नाहीं: आज पाहा कसें झालें: तो ह्मणत असे

हीं

ही पृथ्वी सपाट आहे, म्या त्यास सांगितलें कीं ही सपाट नाहीं, गोलाकार आहे, आणि वायूनें सभोंवती वेष्टिली आहे; तेव्हां त्याणें विचारिलें कीं तिला आधार कशाचा आहे. तीस आधार कशास पाहिजे असें म्या त्यास प्रत्युत्तर दिलें. तर ती अन्य पदार्थांसारिखी कां पडत नाहीं असें ह्मणूं लागला. इतके शब्द ऐकतां मी केवळ कुंठीत झालों; कांतर पृथ्वी वायूंत लोंबत आहे असा मला बोध होऊन मी निःसंशय राहिलों होतों; परंतु तिजवर सर्व पदार्थांचा भार, आणि स्वयेंही ती अत्यंत जड, असें असतां वायूंत लोंबत आहे, हें केवळ विपरीत, असें म्या कधीं मनांत आणिलें नव्हतें.

असें त्या कृष्ण शिष्याचें भाषण ऐकून गुरु त्यास बोलतो: अरे बाबा, या तुझे शंकेची निवृत्ती करावयास मी समर्थ आहें. तुझें वय तेरा वर्षांचें आहे, यास्तव पृथ्वी कोण्याकारणामुळें निराधार राहिली याचा तुला बोध होईल, आणखी जा जा नियमानीं सृष्टीचा व्यवहार घडत आहे त्यांचें ही तुला सामान्य ज्ञान होईल; परंतु तुझा जो गोविंद नामा तिसरा कनिष्ठ बंधू, त्यासारिखी ज्यांची बालबुद्धी त्यांस हें ज्ञान बहुत करून दुष्प्राप आहे.

कृष्णशिष्य ह्मणतो महाराज जा कारणामुळें पृथ्वी निराधार

राधार राहिली आहे तें जाणावयाची जशी मला आवड तशी कोणत्या विषयाची नाहीं; परंतु माझे इतक्या स्वल्प वयांत त्याविषयाचें अध्ययन करणें केवळ अवघड, असें मला वाटत होतें.

गुरू॰—सुलभरीतिनें सांगितलें असतां अवघड नाहीं, आणि जर तूं स्थिरबुद्धीनें चित्त देशील, तर मला जें कळतें तें मी यथाशक्ति तुला शिकवीन. त्याविषयांत कांहीं सार नाहीं असें तुला कदाचित् पहिल्यानें वाटेल: परंतु या सृष्टीचा व्यवहार जो नियमानीं घडत आहे, ते नियमही तुजपाशीं कथन करूं लागेन, तेव्हां जर मजपासून तुला बोध होऊं लागला, तर त्यापासून तुला केवळ ज्ञानच प्राप्त होईल असें नाहीं, तर त्याविषयें करून तुझें मनोरंजन ही होईल.

कृष्णा॰—महाराज; आपण जें सांगतां तें मला प्राप्त होईल यांत संशय नाहीं; यास्तव पृथ्वीस आधाराचें कारण नाहीं, याविषयाचें व्याख्यान करावयास प्रारंभ करावा; कां तर तो विषय जाणावयास मी बहुत उत्कंठित आहें.

गुरू॰—अरे बाबा, सृष्टीचा व्यवहार जा नियमानीं घडत आहे त्यांचें सामान्य ज्ञान जरी मी तुला कथन करूं लागलों, तरी कांहीं अनुक्रम धरून चाललें पाहिजे: आणि त्या नियमाचें तुला सामान्य ज्ञान झालें, ह्मणजे सिद्धपदार्थविज्ञानाचें जें शास्त्र, तें

पढावयास

पदावयासत्यांप्रारंभकेलाअसेंसमज.कलाशास्त्रें आणि विद्याशास्त्रें,यांचाजसाअनुक्रम आहे,तदनुसारच त्यांअभ्यास करावा अशी माझीइच्छा नाहीं; परंतु बोलण्याचा ओघासवें कांहीं अन्यवचनेंनिघतजातील, त्यां प्रत्येक वचना विषयीं शंका घेतजाशील,तर तुझाअभ्यास लौकर होणार नाहीं. प्रथमतः पदार्थाचे कांहीं सामान्य धर्म सांगितले पाहिजेत,नंतर पृथ्वीस आधाराचें प्रयोजन नाहीं, असा मी तुला बोध करीन: ह्मणून पदार्थाचे सामान्यधर्मांचें संकलित निरूपण करावयास उपक्रम करितों.

पदार्थ असें ह्मटलें असतां, पृथिव्यादि चार द्रव्यांचा आणि तदुत्पन्न विकृतींचा बोध होतो: मग तें द्रव्य, किंवा ती विकृती, अप्रवाही, किंवा प्रवाही असो; आणि प्रकृति असें उच्चारिलें असतां, सर्व जातीचे पदार्थ उत्पन्न होण्याचें कारण, असें कळूं येतें. उदाहरण, चौरंगाची प्रकृती लांकूड, आणि चौरंग पदार्थ; नदीची प्रकृती जल, आणि नदी पदार्थ.

कु० —, आपण मला प्रकृति शब्दाचा अर्थ सांगितला हें बहुत उत्तम झालें: कांतर अप्रवाही पदार्थाचेच ठायीं प्रकृति शब्दाचा प्रयोग करितात, असें जें अज्ञान मला प्राप्त झालें होतें, तें आज नष्ट झालें.

गु० —, किति एक धर्म सर्व पदार्थाचे ठायीं सामान्यत्वानें राहातात;

तात; ह्मणून सांसिद्धिक धर्म अशी त्यांस संज्ञा आहे. त्यांचीं नावें; निर्भेद्यता, परिमेयता, आकृति, विभाज्यत्व, जडत्व, आकर्षकत्व, हे पदार्थांचे सामान्य धर्म होत; कांतर यां वांचून कोणे पदार्थाची स्थिती नाहीं असें कळूं येतें.

कोणे एक जागेंत पदार्थ ठेविला असतां, तो तितकी जागा जा धर्मानें व्यापून टाकितो, आणि तो पदार्थ तेथून काढिल्या वांचून तेथें दुसरा पदार्थ राहूं देत नाहीं; अर्थात् दोहों पदार्थांस-एक्या स्थानांत एक्या काळीं राहावत नाहीं, अशी योग्यता जा धर्माचे योगानें पदार्थास आली आहे, त्यास निर्भेद्यता ह्मणावें.

प्रवाही पदार्थ अप्रवाही पदार्थांपेक्षां अल्पायासानें सरकतात, तथापि प्रवाही पदार्थाचाठायीं उक्त सांसिद्धिक धर्मा-विषयीं काहीं उणीव नाहीं; कांतर जसे दोन अप्रवाही पदार्थ एके स्थानांत एके समयीं राहात नाहींत तसेच प्रवाही आणि अप्रवाही पदार्थही एके स्थानांत एके समयीं राहाणार नाहींत.

यास दृष्टांत. जी पंचपात्री जलानें पूर्ण भरली असेल, तींत जर पळी घातली; तर जितकी त्या पळीस जागा मिळेल तितकें जल त्या पंचपात्रींतून बाहेर पडेल.

कृ०— प्रवाही पदार्थ सरकावयास आयास अल्प लागतो, ह्मणून त्याचे अंगीं सांसिद्धिक धर्मा विषयीं काहीं उणीव आहे असा

भास

भास होतो; वस्तुतः अप्रवाही पदार्थांचे ठायीं जे सांसिद्धिक धर्म तेच प्रवाही पदार्थांचे अंगीं आहेत; तस्मात् अप्रवाही पदार्थां-सारिखीच प्रवाही पदार्थांचा अंगी निर्भेद्यता आहे, असा आपल्या सांगण्यावरून मला पूर्ण बोध झाला.

गु० — बहुत बरें. वायूही प्रवाह्यांतर्गतच आहे, त्याचें द्रव्यत्व मात्र भिन्न, परंतु इतर जलादि प्रवाह्यांच सारिखा निर्भेद्य आहे.

यास दृष्टांत रिती कुपी घेउन जलांत बुडविली असतां, तिजमध्यें जलाचा प्रवेश होऊं लागला, ह्मणजे तींत जो वायू असतो, त्यासजागा मिळेना ह्मणून तो बाहेर निघतो आणि तेणें करून बुडबुडे उत्पन्न होतात; कांजसे दोन अप्रवाही एक्या स्थानांत एक्या समयीं राह्मत नाहींत, तसा वायू आणि जल एक्या ठिकाणीं राह्मत नाहीं. त्याच प्रमाणें एक काचादि पात्र उपडें करून, त्यांतील वायू बाहेर न निघतां जलांत उभेंच घातलें, तर तें काचपात्र जलानें कदापि भरणार नाहीं.

रू० — , तें काचपात्र जलानें भरत नाहीं खरें; परंतु किंचित् जल त्यांत चढतें, असें त्यांतून कळूं येतें.

गु० — , त्याचढण्याचें कारण ऐकूनघे: त्याकाचपात्रांतीलवायू जलानें संकुचित होऊन पहिल्या पेक्षां काहीं लाह्मान जागेंत राह्मतो, आणि जितकी जागा रिती झाली तितकें जल वर

चढतें;

चढतें; परंतु जों पर्यंत त्या काचपात्रांत जी जागा वायूनें व्यापि
ली आहे; तों पर्यंत त्याजागेंत दुसरा पदार्थ राहाणार नाहीं.

क्र ० —, अप्र वाह्यांचे अंगीं निर्भेद्यता आहे असें आपण मला
सांगितलें, त्यावरून माझ्याठायीं शंका निर्माण झाली; कांतर
लांकडांत खिळा मारिला असतां, तो तें लांकूड भेदूनजातो,
आणि जास्थानांत तें एकटें लांकूड पूर्वी होतें, त्याचस्थानांत तें
खिळ्या सहीत राहातें हें कसें ?

गु ०—, तें असें आहे: लांकडांत खिळा मारिला असतां, तो त्या
लांकडाचे अंश एकिकडे करून आंत प्रवेश मात्र करितो, कांकीं
जेथे त्यालांकडाचा सूक्ष्मही अंश आहे तेथें तो खिळा कदापि राहा-
णार नाहीं. जा लांकडांत खिळा मारिला असतां, त्यालांकडाचें
महत्व जितकें पूर्वी होतें, तितकेंच जर राहिलें; तर जसें सांदण,
गीर, इत्यादि पदार्थ आंवळिले असतां, आपले सच्छिद्रते मुळें
संकोच पावतात, तसें तें लांकूड सच्छिद्र, म्हणून त्याचे अंश सं
कुचित होऊन खिळ्यास त्यांत जावयास मार्ग मिळतो.

आतां पदार्थांचे दुसऱ्या सामान्य धर्माचें कथन करितों.
जा धर्मेंकरून पदार्थांचे अंगीं लांबी, रुंदी, उंची, अशीं परिमा
णें उत्पन्न झालीं आहेत, त्यास परिमेयता म्हणावें. एणें क
रून पदार्थांचें महत्व मोजलें जातें. जो पदार्थ यत्किंचित् -

स्थान

स्थान व्यापितो, त्याचे अंगीं हा धर्म अवश्य असावा: या धर्मावां चून तुझा लक्ष्यांत कोणता तरी पदार्थ आहे कीं काय ?

कृ०—, नाना आकारांचे पदार्थांस नाना परिमाणें आहेत, असें दिसण्यांत येतें; परंतु पदार्थास परिमाण नसल्यास त्याची स्थिती कोठून असेल. पेटी, आंगठी, यांची लांबी, रुंदी, आणि उंची; छत्री, केंस यांचे लांबी, रुंदी, आणि उंची पेक्षां केवळ भिन्न आहे. बरें परिमाणांत खोली संभवते किंवा नाहीं ?

गु०—, खोली आणि उंची वस्तुत: एकच परिमाण आहे; परंतु वेगळ्यारीतीनें मोजलें असतां वेगळें परिमाण भासतें, पदार्थ, किंवा जागा, वरून खालीं मोजिला असतां, त्यापरिमाणास खोली ह्मणतात; खालून वर मोजिलें असतां, उंची ह्मणतात: यास्तव पेटीचीउंची, आणि खोली पाहिलें असतां, एकच परिमाण आहे.

कृ०—, जसें आहे तसेंच आपण मला सांगितलें; आणिजर म्या क्षणभर विचार केला असता, तर मलाही तें कळलें असतें,

गु०—, जा धर्मेकरून पदार्थाचे अंगी परिमेयता उत्पन्न झाली, त्यास आकार ह्मणावें: आणि जापदार्थाचे अंगीं लांबी, रुंदी, आणि उंची आहे, तो पदार्थ आकारावांचून राहाणा

र नाहीं, असें तुलाही कळत असेल; मग तो आकार सुघटित किंवा ओबडधोबड असो.

कृ ०—, अशी प्रत्यक्ष गोष्ट असतां मला कशी कळणार नाहीं; कां तर पदार्थांचे अंगीं अनंत प्रकारांचे आकार दृष्टीस पडतात.

गु ०—, ईश्वरानें पदार्थांचे अंगीं बहुतकरून सुघटित आकार निर्माण केले आहेत. धातुरूप पदार्थांस अनेक प्रकारांचे आकार आहेत परंतु; त्यांचा स्वाभाविक आकार गारगोटी, किंवा मिठाचा खडा, यांचा आकारासारिखा असतो. मणी बहुत करून अति सुंदर असतात, आणि मणि मंदिरांत त्यांचें भाप्रवेशार्हत्व आणि रंग पाहून जसा चमत्कार वाटतो, तसाच त्यांचे सुघटित आकारांवरून चमत्कार वाटतो. मूलरूप आणि जीवरूप पदार्थांचा आकार धातुरूप पदार्थांचे आकारासारिखा केवळ सुघटित नाहीं, तथापि त्यांचे ठायीं जितके आकारांचे प्रकार आहेत, तितके धातुरूप पदार्थांचे ठायीं नाहींत. जशाजशा आकृती मनुष्यांस आवडतात, तशा तशा कृत्रिम पदार्थांचे अंगीं आपल्या कलांविद्यां करून उत्पन्न करितात. पदार्थ अनेक प्रकारें छिन्न भिन्न केले असतां, त्यांचे असंख्य ओबड धोबड आकार होतात.

कु ०—, मृत्तिकेचा घट, किंवा कौलफुटलें असतां, त्यांस ज सा आकार प्राप्तहोतो; तसाच पदार्थांस उपाधिकरून होत असेल.

गु ०—, त्यां सारिखा, किंवा धातुरूप पदार्थ पृथ्वीपासून ख णून काढते समयीं भग्न झाले असतां, किंवाजलओघानें अ थवा अन्यकारणानें झिजले असतां, त्यांसजसा आकारप्रा प्तहोतो, तसाच उपाधी करून पाषाण समुदाय विचित्राका र होतो.

आतां विभाज्यत्वाचें व्याख्यान करितों. जाधर्माचा- योगानें पदार्थाचे अगणित भाग केले जातात, त्या धर्मास विभाज्यत्व ह्मणावें. कोणे एक लाहान पदार्थाचे, अथवा वाळूचे कणाचे दोन कण केले असतां, होतात; परंतु जित कें सूक्ष्म शस्त्र पाहिजे, तितकें सूक्ष्म आपल्या जवळ अस ल्यास त्यां दोन कणाचेही आणखी कण होतील. पदार्था चें चूर्णकेलें, अथवा त्यास दळलें, किंवा तसेच अन्य उपा य योजिले, ह्मणजे जितके कण करवतील, तितके होता त. आणि पदार्थाचे कणास अलक्ष्य सूक्ष्मताजरी प्रा प्त झाली, आणि याप्रमाणें त्याची अवस्थाही पालटली, तथापि त्याचे एकेपरमाणूचा लय होणार नाहीं, आणि प दार्थ

दार्थ जसा होता तसाच राहील.

कृ०—, म्या ऐकिलें आहे, कीं एक शेर कास्मरी लोंकर बारीक कांतली असतां, चाळीस कोस विस्तीर्ण होते; हीतर पदार्थाचे अंगीं विभाज्य शक्ति केवळ विचित्र होय, असें एणें करून मला कळूं येतें.

गु०—, आणखी दुसरें ही एक त्या शक्तीचें कार्य ऐकूनघे: अप्वाही प्रवाह्यांत विराला असतां, त्याचे रजांची केवळ चमत्कारिक सूक्ष्मता दृष्टीस पडते. जर पंचपात्रीभर पाणी गोड करावयाचें असलें, आणि त्यांत साखर घातली, तर तितकें पाणी गोड व्हावयास त्या साकरेचे पाहा केवढे सूक्ष्म कण होतात.

कृ०—, आणि तांबड्या रंगाचे थोडके थेंब पंचपात्रीभर पाण्यांत टाकिले असतां, अवघें पाणी तांबडें करितात; तेव्हां तितक्या जलांत त्यां थेंबांची व्याप्ति होतांना, पदार्थांचे रजांची अलक्ष्य सूक्ष्मता. कळूं येते.

गु०—, होय. आणि तसाच सुगंध तेलाचे कुपीचा दट्टा काढितांच, त्यातेलाचे सुगंधाचा सभे मध्यें प्रसर होतो.

कृ०—, त्याचे सुगंधाचा प्रसर होतो खरा: परंतु तें सुगंध तेल स्वत: प्रसरत नाहीं.

गु०—, सुगंध कांहीं इतर पदार्थ नव्हे सुगंध द्रव्याचाच अं

श

श आहे, आणि जेव्हां त्याद्रव्या पासून परमाणूं उधळता-
त, तेव्हांच गंध अनुभवास येतो. त्या सुगंधतेलाचे परमा
णूंचा तुझा नाशिकास स्पर्श होत नसला, तर तुला त्या तेला
चा कदापि परिमल येणार नाहीं.

कु०—, परंतु जेव्हां मी पुष्प हुंगितों तेव्हां, त्यापासून सुगंधां
ची वाफ उठतां माझे दृष्टीस पडत नाहीं; तथापि मी कांहीं
दूरही असतां, मला त्या पुष्पाचा परिमल येतो हें कसें.

गु०—, त्याचा निर्णय श्रवण कर. फलाचे रज तुझे जिव्हेस
लागल्या विना त्याचा स्वाद जसा तुला कळत नाहीं, तसा-
सुगंध द्रव्याचे परमाणूंचा तुझा नाशिकास स्पर्श झाल्या
विना तुला कदापि गंध येणार नाहीं.

कु०—, हीतर चमत्कारिक गोष्ट आहे; आणि यावरून अ
सें लक्ष्यांत येतें. कीं सुगंधतेलाचे आणि पुष्पाचे जे परमा
णूं उडतात, ते अत्यंत सूक्ष्म, म्हणून आपणास दृश्य नाहीं
त.

गु०—, आणि त्या सुगंधतेलाचे असंख्य परिमाणूं उडून स
भा सुगंधयुक्त होते, येणें करून त्यांचा अतिसूक्ष्मतेचें तु-
ला कांहीं ज्ञान झालें असेल; परंतु रजांचे उधळण्यानें सुगं
धतेल किंचित् उणें होत असेल असें मानूं नको.

कां

कृ ०—, कां जितका पदार्थ उडाला तितका वस्तुतः उणा होणार नाहीं काय.

गु ०—, उणा होईल यांत संशय नाहीं; आणि त्या सुगंध तेला ची कुपी जोंपर्यंत त्याचे अवघे अंश उडून जात, तोंपर्यंत उघडी ठेवली असतां, त्यांतील अवघें तेल उडून दृष्टीस पडणार नाहीं. आणि त्यांचे अंशाचे अंश होऊन आपल्यास अगोचर होतील, तथापि त्यांतल्या एकाचाही लय होणार नाहीं; कांतर पदार्थाचे एके परमाणूचा मनुष्य नाश करील इतकी त्याचे ठायीं शक्ति नाहीं; आणि या सृष्टीचे ठायीं कशाचे परमाणूचा कधीं संहार झाला असेल, असें ह्मणावयासही आधार नाहीं.

कृ ०—, परंतु जेव्हां पदार्थ जळून त्याचें भस्म होतें, तेव्हां त्याचे काहीं अंशाचा लय होतो असें दिसतें; कारण चुलींत लांकडें कितीजळतात आणि त्यांची राख पाहा केवढी थोडी होते.

गु ०—, लांकडाचे काहीं अंशांचा लय होतो असें मात्र भासतें, परंतु धुराचा आणि वाफेचारूपें उडून वायूंत मिळतात. आणि जे राहिले त्याचें भस्म होतें. पदार्थ जळताना त्यास अति विचित्र अवस्था प्राप्त होतात. त्याचे बहुत करून खंडाचे खंड होऊन आकार आणि रंग पालटून त्याचे परिमाणाची वृद्धि होते; आणि जरी दहनाचे योगानें पदार्थाचे नाना खंड झाले; तथापि

तथापि त्याचा लय होत नाहीं, त्याचा अंगीं सर्व सांसिद्धिक धर्म तसेच राहातात.

कु०—, परंतु दग्ध पदार्थाचे जे अंश धुराचा रूपें उडून वायूंत मिळतात. त्यांस आकार नसतो. आपण ह्मणाल, कीं धूर वायूंत चढतांना त्यास स्तंभाद्याकृति दिसते, तर तो चढतांच एवढा आसमंतात पसरतो. कीं त्यास कोणतिही आकृति राहात नाहीं; आणि शेवटीं अदृश्य होऊन जातो.

गु०—, धूर वायूंत चढतां त्याचे स्तंभाद्याकृतीचा नाश होतो खरा; परंतु त्याचा एक एक अंश आपला भिन्न भिन्न आकार धारण करितो. आणि जो पदार्थ अदृश्य झाला त्याचा संहार होतो असें त्वां ह्मणूं नये; कां तर पदार्थाचे जितके अंश अदृश्य होतात तितक्यांचा जर लय होत गेला, तर काहीं कालानंतर या सर्व जगताचाही लय होईल धुराचे अंश लांकडाचा रूपें घट्ट मिळून राहातात आणि वायूंत उडाले असतां शिथिल होऊन राहातात: परंतु त्यास उभयस्थळीं प्रकृत्यंशीं स्वल्पही भेद नाहीं. ते अदृश्य होत इतके त्यांचे अंशांचे अंश झाले, अथवा त्यांस कोणतीही अवस्था प्राप्त झाली, तथापि त्यांची जी प्रकृति आहे तींत कदापि भेद पडणार नाहीं. सृष्टींतील यच्चयावत् पदार्थ कालें करून कुजून नाहींसे होतात;

प्राणी

प्राणी मरून त्यांचे शरीरांची मृत्तिका होते ; तिचें भूमीस खत होतें , आणि त्याचा योगानें औषधि द्वारा इतरांस उपजीविका प्राप्त होते ; तथापि प्रकृतिचे एके परमाणूचा , लय होत नाहीं , हें वचन त्वां लक्ष्यांत निरंतर ठेवावें ·

पदार्थांचे भाग केले असतां , त्याचीं बाह्य अंगें वाढतात · पेरू किंवा निंबू कापून त्याचे दोन भाग केल्यावर , त्याचा वाटोळ्या अंगापेक्षां दोन सपाट अंगें दृष्टीस पडतात ; ते दोन भाग कापून चार केल्यास दुसरीं दोन दोन सपाट अंगें दिसतात ·

क्र ०—, परंतु त्याचीं पूर्वींचीं अंगें जेवढीं मोठीं दिसत होतीं तेवढीं नवीं दिसत नाहींत ·

गु ०—, तेवढीं कशीं दिसतील : पदार्थ कापला असतां त्याचीं अंगें अधीक होतात खरीं , परंतु त्याचें जेवढें मोठें अंग असतें त्यापेक्षां कापण्यानें दुप्पट मोठें होत नाहीं ·

आतां जडत्व ह्मणून जो पदार्थांचा सांसिद्धिक धर्म तो श्रवण कर · जा धर्मामुळें पदार्थांची गमनावस्था , किंवा स्थैर्यावस्था , यांचा पालट उपाधिवांचून होत नाहीं , त्या धर्मास जडत्व ह्मणावें · पदार्थांचें गमन होत असल्यास स्वतः स्थिर राहावयास किंवा स्थिर असल्यास स्वतः गमन करावयास त्या

चे

चे ठायीं शक्ति नाहीं, परंतु त्याचे गमनावस्थेच्या किंवा स्थैर्याव स्थेच्या कोणी पालट करूं लागलें तर त्यास धक्का देण्याचें त्याचे अंगी सामर्थ्य आहे. जो पदार्थ स्थिर आहे त्यास चालवूं लागल्या स काहीं बळ लागतें, आणि त्याच प्रमाणें जो पदार्थ चालत आ हे त्यास स्थीर करावयास आयास लागतो; ह्मणून पदार्थाचे कोणतेही अवस्थेचा पालट करितां त्याचा ठायीं जा धर्माचा योगानें प्रतिरोधकता उत्पन्न होते, त्यास जडत्व ह्मणावें.

कृ०—, आपण सांगतां त्याच प्रमाणें विटी दांडू खेळतां मला अनुभव आला आहे. जितक्या शक्तीनें टोला मारावा, तित की विटी वेगानें जाते; आणि जितका तिचा वेग आहे तित का झेलूं लागलें असतां तिचा धक्का बसतो: परंतु जर तीस झेललें नाहीं तर ती आपल्या आपण भूमीवर पडून अचल राहाते.

गु०—, जड पदार्थाचानें जसें स्वतः गमन करवत नाहीं, तसें त्याचानें स्वतः स्थीर ही राहावत नाहीं; ह्मणून जेव्हां विटी धा वतां धावतां उगी राहाते, तेव्हां ती उगी राहावयास काहीं का रण असावें; परंतु तें कारण तुला ठाउक नाहीं, ह्मणून तें प्रथ मतः तुला सांगतों; नंतर त्याचीं कार्यें कथन करीन. प्रकृतीचे परमाणूंचा समुच्चय होऊन पदार्थ उत्पन्न होतो, त्या प्रत्येक

परमाणूंचा-

परमाणूचा ठायीं जा धर्में करून आकर्षण करावयाची शक्ति आहे, (ह्मणजे परमाणू परस्परें जितके जवळ असावयाचे तितके जवळ असल्यास त्यांचे ठायीं संमीलन होण्याची जी योग्यता), त्या धर्मास आकर्षकत्व ह्मणावें. हा सर्वपदार्थांचा सामान्यधर्म होय: पदार्थांचे सूक्ष्म रजांचे ठायीं या धर्माचें विशेष प्राबल्य नाहीं; कां तर जर ते रज एके स्थानीं घट्ट मिळाले नसले तरही आकर्षकशक्ति त्यांचे ठायीं दृष्टीस पडत नाहीं; परंतु ते रज जेव्हां घट्ट मिळून एकमेकास या शक्तिचा योगानें चिकटून राहातात, तेव्हां या शक्तीस स्नेहाकर्षकत्व ह्मणावें ही शक्ति पदार्थांचा ठायीं नसती, तर ते पडून त्यांचे खंड होतील, किंबहुना फुटून त्यांचे कण वेगळे वेगळे पडतील.

कृ० —, पाषाणादि अप्रवाह्यांस मी रात्रदिवस पाहातों, परंतु त्यांचे कणांचा परस्परांशीं संयोग व्हावयास कांहीं एक शक्ति-व्हावी, असें मला कोठे आढळलें नाहीं. बरें असो: परंतु हें स्नेहाकर्षकत्व जलादि प्रवाह्यांचे ठायीं नसावें; कां तर ते पदार्थ कोणे पात्रांत नसल्यास, त्यांचे अंश एकत्र होऊन कोणती आकृति उत्पन्न होत नाहीं.

गु० —, तूं ह्मणतोस तें सत्य नाहीं, यास्तव कीं बोटाचे अग्रभागीं जलबिंदू धरिला असतां, तो कशाचे शक्तिनें लोंबून राहातो,

तो, आणि जळाचे परमाणू मिळून तो थेंब कशाचे शक्तिनें पडतो, त्याचें कारण स्नेहाकर्षकत्वच आहे. परंतु जितका पदार्थाचे रजांचा संयोग घन होतो तितकी याशक्तिची त्यांचे ठायीं वृद्धि होते, ह्मणून प्रवाह्यांपेक्षां अप्रवाह्याचे ठायीं स्नेहाकर्षकत्व अत्यंत विशेष आहे. प्रवाही जितका पातळ आणि हलका, तितकें त्याचे अंशांचे ठायीं स्नेहाकर्षकत्व उणें; कांतर त्या पदार्थाचे अंश अधिक सुटे राहातात; आणि वायू आदिकरून जे प्रवाही पदार्थ नियताकार आहेत, त्यांचे अंशाचे ठायीं स्नेहाकर्षकत्व नाहीं.

कु०—, नाहीं. येणेकरून बहुत हितकारक गोष्ट झाली; कारण कीं जर वायू अप्रवाह्यांसारिखा कठिण, किंवहुना जलादि प्रवाह्यांसारिखा पातळ असता; तर श्वासोछ्वास टाकावयास असाध्य झालें असतें. बरें असो, जसे अन्य पदार्थ तसाच वायू आहे काय ?

गु०—, वायू आपले सांसिद्धिक धर्मीसहित अन्य पदार्थांचे सारिखा आहे.

कु०—, आपल्या बोलण्यांत अंतर पडलें; कीं कीं स्नेहाकर्षकत्व ह्मणून जो पदार्थाचा सामान्य धर्म, तो वायूचा ठायीं नाहीं असें आपण मला सांगितलें आहे.

गु०—, वायूचे अंशांचे ठायीं स्नेहाकर्षकत्वाचा केवळ अभाव नव्हे

नव्हे कळलें, परंतु वायूचे अंश परस्परें दूर राहातात, ह्मणून या आकर्षकत्वें करून आकर्षण पावत नाहींत, ते अंश परस्परें आकर्षण पावून चिकटून राहातील, असें त्यांस एकत्र करावयास कोणता यत्न आणि उपाय मनुष्याचे ठायीं दिसत नाहीं.

कुं ०—, असे ते एकत्र होत नाहींत, तर त्यांचे अंगीं आकर्षकत्व आहे यास काय प्रमाण ?

गु ०—, अप्रवाही आणि प्रवाही यांचे ठायीं जे अंश प्रत्यक्ष आकर्षकत्वासहित असतात, त्यांच अंशाचा वायू झाला आहे; तेव्हां वायूचा ठायीं ही तें आकर्षकत्व अवश्य असावें, हें त्यास प्रमाण.

कु ०—, आपल्या सांगण्या वरून मला असें कळूं येतें, कीं एके पदार्थाचे ठायीं आकर्षकत्व विशेष, आणि एके पदार्थाचे ठायीं उणें; ह्मणून एक पदार्थ कठीण, आणि एक पदार्थ मृदु; आणि याच कारणा मुळें प्रवाही जाड अथवा पातळ आहेत.

गु ०—, होय परंतु असें जें तूं आकर्षकत्व ह्मणतोस, याचा बोध दुसऱ्यास दार्ढ्य या शब्दें करून लोकर होईल; कारण कीं दार्ढ्य ह्मणजे पदार्थाच्या अवयव रचनेचे अंगीचा घनपणा, असा या शब्दाचा अर्थ होतो: यावरून त्यां असें ह्मणत जावें, कीं अप्रवाही आणि प्रवाही यांचे ठायीं स्नेहाकर्षकत्व जितकें विशेष तितकें त्यां पदार्थां

चा

वी अर्थी दार्ढ्य विशेष. दार्ढ्य पदार्थाचा गूण होय, असा याशब्दाचा प्रयोग शास्त्रोक्त भाषणांत करितात; कांकीं पदार्थाचा अंगीं जितकें दार्ढ्य विशेष तितके त्याचे अंगीं प्रकृत्यंश विशेष: तस्मात् अमुक मोटे पदार्थाचे ठायीं असुक दार्ढ्य आहे. असें ह्मटलें असतां अमुक प्रकृत्यंश आहे असा बोध होतो. दार्ढ्याचा विपरितार्थ बोधं वैरल्य याशब्दानें होतो; यास्तव कीं याशब्दें करून पदार्थाचे अवयवरचनेचे अंगीचा पातळपणा आणि सूक्ष्मता यांचें ज्ञान होतें; याशब्दांची योजना कशी करावी त्याचें उदाहरण: पारा सदार्ढ्य पदार्थ आहे; आणि मद्यार्क सवैरल्य पदार्थ आहे.

कु ०—, अमुक मोठे पदार्थाचे ठायीं अमुक प्रकृत्यंश, असा— बोध आपणास कोणें युक्तिनें होईल.

गु ०—, तोलण्यानें; एके महत्वाचे दोन पदार्थ घेऊन तोलले असतां, जा पदार्थाचा भार अधिक तो सदार्ढ्य आहे असें ह्मणावें.

कु ०—, आपल्या सांगण्या प्रमाणें धातु संगें लांकूड तोललें असतां. धातु सदार्ढ्य आणि लांकूड सवैरल्य उतरेल. आणि याव रून असें सिद्ध होतें, कीं पदार्थाचे अंश जितके जितके जवळ येतात, तितकी तितकी आकर्षकशक्ति त्याचे ठायीं वाढते; तेव्हां पदार्थाचे अंश आकर्षणें करून जितके घन होत जातील,

तितकें

तितकें त्या पदार्थांचे अंगीं दार्ढ्य वाढत जावें; परंतु अशी गोष्ट घडत नाहीं; कांकीं पारिंगा, देवदार, सोदण इत्यादि जे मृदु पदार्थ त्यांचे अंश विशेष आकर्षण पावून घन झाले, तथापि ते पदार्थ लोखंडादिकांसारिखे सदार्ढ्य किंवा कठीण होत नाहींत.

गु०—, देवदार, पारिंगा, गीर इत्यादि जे पदार्थ, त्यांचे थोडे अंश परस्परें स्पर्श पावतात, ह्मणून त्यांचें एकमेकास चिकटणें अत्यल्प आहे. ते पदार्थ सच्छिद्र, ह्मणजे त्यांचे अंशांची अशी रचना आहे, कीं त्या पदार्थांचा अंगीं अतोनात भोकें आहेत; हीं भोकें वायूने भरलीं आहेत, तेव्हां वायूचा स्थितिस्थापकत्व धर्म तो त्या पदार्थांचे अंशास घट्ट मिळूं देत नाहीं. आतां वायूपेक्षां अतिसूक्ष्म, आणि सर्व पदार्थांचे ठायीं व्यापून राहाणार, असा एक प्रवाही पदार्थ अग्नी होय. तो सर्व पदार्थांचे-अंशांचा ठायीं थोडा किंवा बहुत प्रवेश करून राहातो; आणि त्या अंशास एकमेकांपासून वेगळें करितो, येणें करून असें जाणावें, कीं अग्नीचा आणि स्नेहाकर्षकत्वाचा निरंतर विरोध आहे.

कृ०—, मला वाटतें कीं अग्नि पदार्थांतें विदारून त्यांचे तुकडे करीत असेल, आणि स्नेहाकर्षकत्व त्या तुकड्यास मिळवून जो

डीत

डीत असेल ·

गु० —, होय याच विरोधा मुळें पदार्थांचे ठाई दार्ढ्याची विशेष वृद्धि होत नाहीं; नाहींतर एकट्या स्नेहाकर्षकत्वानें बहुत वृद्धि होत असती.

कु० —, तेव्हां जितका पदार्थ तावला, तितके त्याचे खंड वेगळा ले होत असतील ·

गु० —, होत असतील काय वस्तुतः होत असतात; आणखी अग्नीचा योगानें पदार्थांचें परिमाणही वाढतें ; लोण्यावर अग्नीचा व्यापार बहुत चालतो, त्यास अग्नीचा स्पर्श होतांच त्याचें परिमाण वाढतें, आणि अग्नीकरून त्या लोण्याचें अवघें स्नेहाकर्षकत्व उणें होऊन जातें, त्याचे अवघे अंश वेगळाले होतात, आणि लोणी केवळ प्रवाही होऊन जातें · धातु आणि जे पदार्थ वितळतात, त्यांवर अग्नीची अशीच क्रिया घडते. अग्नीचा योगानें प्रवाही कढतात, त्याचा विदारक शक्तिनें प्रवाह्यांचे स्नेहाकर्षकत्वाचा पराजय होतो; त्यांचे अंश असे वेगळे होतात, कीं ते पदार्थ केवळ वाफा किंवा वायू सारिखे होऊन जातात, वायूवर अग्नीची क्रिया विचित्र गतीनें दृष्टीस पडते, अग्नीचें दहन अधिक अथवा उणें होतें, तसा वायू विस्तृत अथवा संकुचित होतो ·

आपल्या

कु० —, आपल्या भाषणावरून मला वाटतें, कीं सिद्ध पदार्थ विज्ञानाचीं जीं अतिसुरस कांडें आहेत त्यांतील अग्निधर्मनिरूपण हें एक कांड होय.

गु० —, तूं ह्मणतोस तें सत्य आहे; परंतु त्याची गोष्ट येथें काढवत नाहीं, कांकीं तो रसायनशास्त्राचा विषय होय; यास्तव तें शास्त्र तूं पठण करूं लागलास, ह्मणजे अग्निधर्म तुजप्रति कथन करीन.

आतां अग्नि जो प्रवाह्यांचा बाफा करितो, त्या बाफांस स्नेहाकर्षकत्व पहिल्याच सारिखें प्रवाही करितें; नंतर त्या पदार्थांचे थेंब करितें, त्या थेंबाची पृथ्वीवर पर्जन्यवृष्टी होते, आणि याच आकर्षणाचा योगानें दंव पडला असतां, त्याचे तृणादिकांवर मोत्या सारिखे बिंदू घडतात.

कु० —, आपण सांगतां तसें म्याही वारंवार पाहिलें आहे: पाऊस पडून उभाला ह्मणजे झाडाचा पानांवर जलाचे मोठे मोठे थेंब राहातात, परंतु स्नेहाकर्षणाचा योगानें ते कसे राहातात, हें माझ्या लक्ष्यांत अझून पूर्ण आलें नाहीं.

गु० —, बिंदूचा आकृतीनें मेघांतून पाऊस पडत नाहीं, परंतु अत्यंत सूक्ष्म आप्यरज मिळून जीं धुकीं होतात त्यांचा आकृतीनें पडतो; आतां जीं आप्यरजाची धुकीं होतात तीं पडतांना परस्परें संनिहित असल्यास

सल्यास आकर्षण पावतात, आणि तेणे करून त्यांचे थेंब होऊन पर्जन्य धारा होतात · दवांचीही प्रथमावस्था धुकेंच आहे · धुक्याचे जे सूक्ष्मरज, ते पतन पावतां परस्परें आकर्षण पावतात, आणि त्या योगें करून त्यांचे तृणादिकांवर सूक्ष्म जल बिंदू घडतात · आणि याचरीतिने पाऊस पडून उभाला ह्मणजे झाडाचा पानांवर मोठे मोठे थेंब राहातात, नंतर त्यां पानांचाने धारण करवणार नाहीं · इतके ते अधिक झाले, ह्मणजे भूमीवर पडतात ·

कृ० —, हें तर मोठें अद्भुत आहे! आणि आपल्या मुखा पासून नूतन कल्पना श्रवण केल्यानें जीं आश्चर्यें माझा दृष्टीस पडतात, तेणें करून माझा अंतः करणास कां काहीं अनिर्वचनीय आनंदावस्था प्राप्त झाली आहे ·

गु० —, होईल यांत संशय काय; कांतर या शास्त्राचा स्वभाव असाच आहे · सिद्धपदार्थविज्ञानाची जीजी पायरी चढावी, तेथें तेथें ईश्वराचें निरुपम कर्माचें ज्ञान होऊन तल्लीन तेनें आणि कृतज्ञतेने अंतःकरण उचंबळूं लागतें; जेथें मनुष्या कारणें ईश्वरानें आपलें अनंत ज्ञान आणि कृपा प्रकट केली आहे, अशीजी सृष्टी तीच शास्त्र रूपें आपण पाहात आहों असें, सिद्धपदार्थ विज्ञानाचें शास्त्र पठण करितां मानावें; कांकीं जेणें करून अंतः करण शुद्ध होईल आणि श्रद्धा युक्त होऊन ईश्वरगुणाचें मनन करूं लागेल. असें

या

या शास्त्रा वांचून दुसरें शास्त्र विरला ·

सृष्टीचा ठायीं जसे अन्य पदार्थ चमत्कारीक आहेत, तशीच स्नेहाकर्षकत्वाची जी क्रिया; तिचें ही तुला वर्णन करून दाखवितों · जां नळ्यांचीं केशाकृति छिद्रें, त्या नळ्या जलांत घातल्या असतां त्यां तजल उंच चढतें; आणि जर तुला हा प्रत्यय पाहावयाचा असला, तर दोन स्वछ कांचेच्या पट्या घेऊन एकावर एक ठेवण्याने त्या घट्ट न मिळाव्या, परंतु आंत छिद्रें राहावीं, ह्मणून त्यांत सूत घालून, त्यांस पाण्यांत तिर्कस बुडविलें असतां पाण्यापेक्षां त्या कांचां मध्यें पाणी वर चढतां दृष्टीस पडेल ·

कृ०—, म्या तसें करून पाहिलें; त्यांत किंचित् पाणी उंच चढून स्थब्ध राहिलें, तें अधिक कां चढत नाहीं; हें आपण मला सांगावें ?

गु०—, त्याचें कारण श्रवण कर त्या कांचेचा पट्यांत जें पाणी चढतें त्याचे आकर्षकत्वाचें आणि त्या कांचांचा आंतल्या अंगाचे आकर्षकत्वाचें समतोलन झालें ह्मणजे तें पाणी अधिक चढत नाहीं · कांचाचे स्थानी अति सूक्ष्म छिद्रांची नळी असल्यास, त्यांत जल अधिक उंच चढेल, नळ्यांचे भोंकांचा बारकावा जसा जसा अधिक असेल, तसें तसें पाणी अधिक चढेल ·

कच्चीवींट, कोरड्या मातीचें ढेंकूळ वस्त्र, इत्यादि जे सच्छिद्र पदार्थ त्यांचे ठायीं केशाकृति छिद्रांचे समुदाय आहेत असें जाणावें

वें कांतर कच्चीवीट पाण्यांत घातल्यास जें तिचें अंग बुडालें नाहीं, त्यांतही पाणी चढून त्यास काहींसें भिजवून टाकितें.

कृ०—, म्या एक कच्चीवीट पाण्यांत घातली होती त्यावरून मलाही प्रतीति आली आहे; परंतु तसें व्हावयास कायकारण, याचें आज पर्यंत मला ज्ञान झालें नव्हतें.

गु०—, बरें स्नेहाकर्षकत्वाचें तुला ज्ञान झालें, आतां त्याच शक्तिपासून जी अन्य प्रकारची शक्ति उत्पन्न होते, जीस गुरुत्वाकर्षकत्व ह्मणतात, तिचें व्याख्यान करितों. पदार्थांचे सूक्ष्मावयवांवर स्नेहाकर्षकत्व राहातें, आणि ते अवयव संनिहित असल्यास तें दृष्टीस पडतें; परंतु स्थूल पदार्थ परस्परें दूर असल्यास त्यांजवर जें आकर्षकत्व असतें तें तुला सांगतों.

कृ०—, आपल्या भाषणावरून मला आश्चर्य वाटतें; कांतर मोठे मोठे पदार्थ आकर्षण पावतात, असा आपला अभिप्राय नसावा.

गु०—, तसाच माझा अभिप्राय आहे; कांतर या सृष्टीच्याठायीं जे अत्यंत स्थूल पदार्थ तेही अन्य पदार्थांस आकर्षितात. जर दगड हातापासून सुटला, तर तो कशानें पडतो?

कृ०—, तो पडावयास कारण पृथ्वीचेंच आकर्षण होय, असें आपल्या सांगण्यांवरून सिद्ध होतें; परंतु म्या मानिलें आहे, कीं पदार्थास आधार नसल्यास त्याणें भूमीवर पडावें, हा त्याचा मू

ळ

ळ स्वभाव आहे ·

गु ०—, परंतु हा स्वभाव आकर्षकत्वावरूनच त्याचा अंगीं उत्पन्न झाला आहे. सर्व जे पदार्थ पृथ्वीवर आहेत, त्यापेक्षां ती अत्यंत मोठी, ह्मणून जा पदार्थास आधार नसल्यास ती आपल्या अंगावर पाडून घेते .

कृ ०—, पृथ्वीचा आकर्षकशक्तिने पदार्थीचा अंगीं पतन प्रावण्य उत्पन्न झालें असलें, तर स्वतः पृथ्वीचे अंगीं तें प्रावण्य नसेल, कां तर तिचे आकर्षकशक्तिचा आधार तिजवर पडून, ती पडणार नाहीं आणि पडणार नाहीं, ह्मणून तिला आधारहीन को, असा निश्चय आपल्या भाषणावरून झाला. परंतु पदार्थीचा अंगीं पतन प्रावण्य नाहीं, ते तिचा आकर्षकत्वें करून तिजकडे वोढले जातात, असा जो आपला सिद्धांत, तो केवळ अपूर्व आणि अलौकिक ह्मणून विवेचन केल्याविना त्याचा माझाने स्वीकार करवत नाहीं ·

गु ०—, ज्याजें कारण सांगितलें त्याच कारणामुळें पदार्थ पतन पावतात असाच जर विचार करूं लागलास, तर माझा सिद्धांत तुला विपरीत दिसणार नाहीं, अर्थसिद्धच असें तुला वाटूं लागेल · पदार्थ जा कारणें करून पडतात त्याचें अज्ञान असणें, त्यापेक्षां त्याचें ज्ञान होणें हें माझा मतें तुला बहुत सुखावह आहे · आतां ये

णें

णें करून तुला असें ज्ञान झालें, कीं जी आकर्षकशक्ति सूक्ष्मावयवांचाठायीं, तीच अत्यंत स्थूल पदार्थांचे ठायीं आहे; आणि जितका प्रकृत्यंश कोणे पदार्थाचे ठायीं विशेष, तितकी त्याचे ठायीं आकर्षकशक्ति विशेष राहाते.

कृ०—, स्नेहाकर्षकत्व आणि गुरुत्वाकर्षकत्व यांचे ठायीं काहीं जाती भेद आहे, असें माझा लक्ष्यांत येत नाहीं; मला वाटतें कीं आकर्षकत्व विशिष्ट सूक्ष्म जे प्रकृत्यंश, ते मिळून मोठे मोठे पदार्थ घडले आहेत, ह्मणून मात्र त्या मोठे पदार्थांचाठायीं आकर्षकशक्ति कळूं येते.

गु०—, तूं जें बोलतोस त्यांतील काहीं सत्य आहे, तथापि आकर्षकशक्तिचे ठायीं वास्तविक भेद राहातो; कां तर जितकी आकर्षकशक्ति सूक्ष्म प्रकृत्यंशांचे ठायीं, तितकीच आकर्षकशक्ति ते अंश मिळून जे मोठे पदार्थ घडतात त्यांचाठायीं वसत नाहीं; अर्थात् जशी त्या अंशांची वृद्धि होते, तशी त्याचा आकर्षक शक्तिची वृद्धि होत नाही, परंतु काहीं उणीव होते; आणि या गोष्टीचा तुला प्रत्ययही आला असेल, कारण कीं गुरुत्वाकर्षकत्वामुळें शिथिलावयव पदार्थ भूमीवर पडावे ते नपडतां त्या पदार्थांचे रजांचाठायीं प्रकृत्यंश उणा ह्मणून स्नेहाकर्षकत्वाचें प्राबल्य होऊन केशाकृति छिद्रांचा नळ्यांत ते पदार्थ चढतां तुझा दृष्टीस पडले

ले असतील.

त्यां नळ्यांत जें प्रवाही द्रव्य ह्मणजे पाणी चढतें, तें अत्यंत थोडें नसल्यास स्नेहाकर्षकत्व गुरुत्वाकर्षकत्वाचा पराजय करावयास, किंवा त्या द्रव्यास त्यां नळ्यांत चढावयास, आणि चढविल्यास धरून ठेवावयास समर्थ होणार नाहीं, यास्तव त्यां नळ्यांचीं छिद्रें अत्यंत सूक्ष्म असलीं पाहिजेत.

गुरुत्वाकर्षकत्व अप्रवाह्यांचे रजांचा परस्परांपासून वियोग करूं लागलें असतां ते रज आपल्या स्नेहाकर्षकत्वानें आपल्यावर गुरुत्वाकर्षकत्वाची शक्ति चालूं देत नाहींत; जर चालूं देते, तर गुरुत्वाकर्षकत्वाचा पराजय करावयास जाजलादि प्रवाह्यांचे ठायीं परिपूर्ण स्नेहाकर्षकत्व नाहीं, त्यांस जसें आधाराचें गुरुत्वाकर्षकत्व सुटें करून सारिखें पसरून टाकितें, तसाच व्यापार अप्रवाही पाषाणादि पदार्थांवर घडता.

शि०—, वाळू चूर्ण इत्यादिक जे अप्रवाही आपल्या कित्येक धर्मांमुळें जरी प्रवाह्यां सारिखे भासतात; तथापि त्यांचा ठायीं स्नेहाकर्षकत्व नाहीं.

गु०—, कां त्यांचे ठायीं तर वस्तुतः आहे, आणि तें श्रवण करून घे. स्नेहाकर्षकत्वाचाच योगानें प्रकृतीचे पुष्कळ परमाणू घट्ट मिळून वाळू रज अथवा चूर्ण रज घडले असतात; परंतु असे जे

जे रज सुटे राहातात, त्यांस जें परस्परें आकर्षण प्राप्त होतें, तें दृष्टीस पडत नाहीं, कांतर त्यांचा परस्परें जितका स्पर्श व्हावयाचा तितका होत नाहीं.

क० —, कां होत नाहीं, त्यांचा तर परस्परें स्पर्श होतां दृष्टीस पडतो.

गु० —, त्यांचा परस्परें स्पर्श झाला, तथापि त्यांचे थोडे अंगांचा स्पर्श होतो; कां तर पदार्थांचीं अंगें अति खर्बरीत आणि असमान आहेत. जाडबीचे खालील अंग अत्यंत सपाट आणि गुळगुळीत असतें, तीही जरी झोंपाळयावर ठेविली, तथापि तिचा आणि झोंपाळयाचा अत्यंत थोडे अंगाचा स्पर्श होतो, आणि तेणें करून त्यांचा ठायीं कांहीं स्नेहाकर्षकत्व दृष्टीस पडत नाहीं, कां कीं ती झोंपाळयास चिकटून राहात नाहीं, आणि तिला उंचलावयास कांहीं आयासही लागत नाहीं. जा पदार्थांचीं अंगें वस्तुतः अत्यंत सपाट आणि गुळगुळीत, त्यांचे सर्व अवयवांचा परस्परें स्पर्श होईल, आणि तीं घट्ट मिळतील असा त्यां पदार्थांचा संयोग घडला, तर कांहीं स्नेहाकर्षकत्व दृष्टीस पडेल. जांचीं अंगें वस्तुतः अत्यंत सपाट गुळगुळीत, आणि कोठें खाडाडळका न राहावा म्हणून तेलाचे थोडे थेंब ज्याचे आंतल्या अंगास लावून एकत्र मिळविलेले, असे हे मुठीसहीत दोन पितळेचे तुकडे आहेत, आणि म्या सांगितल्या स्नेहाकर्षकत्वाचा तुला प्रत्यय पाहावयाचा असला तर यांस सुटें

करून

करून पाहा.

कृ०— , हे सुटे करावयास म्या आपली सर्व शक्ति योजिली, तथापि हे काहीं सुटत नाहींत स्नेहाकर्षकत्वा मुळेंच हे एवढे चिकटून राहिले आहेत काय ?

गु०— , त्यां परस्परांस एवढें चिकटून धरील अशी स्नेहाकर्षक शक्ति वांचून दुसरी कोणतिही शक्ति नाहीं आणि जे केवळ कठीण पदार्थ त्यांचे सूक्ष्मावयव याच शक्तिने एकमेकास चिकटून राहिले आहेत. आतां त्या पितळीचा तुकड्यांस कित्येक भार लागल्या विना ते सुटणार नाहींत.

कृ०— , आपण जें ह्मणतां त्या सारिखें काहीं मलाही आढळलें आहें. मी आपला फुटका आरसा सांदित असतां, त्याचा फुटक्या कांचा एकमेकास केवळ चिकटून राहिल्या; तेव्हां म्या विचार केला कीं यास सांदावयास जी चिकी घेतली होती ती यांस कोठे लागली ह्मणून असें झालें; परंतु आपल्या भाषणावरून मला आज असें ज्ञान झालें, कीं त्यांचा चिकटण्यास कारण त्यांचें स्वाभाविक स्नेहाकर्षकत्वच होय.

गु ०— , त्या वांचून अन्य नसावें; कारण कीं जो उत्तम आरसा, त्याची कांच अत्यंत सपाट आणि गुळगुळीत असते, वास्तव तशा कांचा एकावर एक ठेविल्या असतां त्यांचे बहुत अंगाचा

स्पर्श

स्पर्श होतो.

कृ०—, आपण सांगतां तसेच स्नेहाकर्षकत्वाचे व्यापार दृष्टीस पडतात, परंतु त्यांचें प्राबल्य कित्येक पदार्थांचे ठायीं विशेष आहे; कांतर गोंद, चिकी, शिरीस, इत्यादिक पदार्थांचा ठायीं स्नेहाकर्षकत्व अधिक कळूंयेतें.

गु०—, तें सर्व पदार्थांचे ठायीं समानच आहे; परंतु त्वां जे पदार्थ सांगीतलेस त्यांचे ठायीं रसायनादिक क्रियाद्वारें मात्र विशेष दृष्टीस पडतें.

कित्येक पदार्थांचे ठायीं लोहचुंबकाकर्षकत्व, घर्षणाकर्षकत्व, अशा आकर्षकत्वाचा अनेक जाती आहेत; परंतु स्नेहाकर्षकत्व आणि गुरुत्वाकर्षकत्व यांचेंच आपण विवेचन करूं. जेव्हां दुसरा संवाद होईल, तेव्हां गुरुत्वाकर्षकत्वाचें विवेचन मी तुझा समक्ष करीन.

इति प्रथमः संवादः

अथद्वितीयसंवादगुरुत्वाकर्षकत्वाविषयीं·

जासंवादांत गुरुत्व पदार्थ पतन. वातप्रतिबंध. लघुपदार्थो र्ध्वगमन याविषयांचें वर्णन केलें आहे ·

कृ ०—, महाराज. आपण मजप्रति पदार्थविज्ञान जितकें कथन केलें, तितकें म्या या गोपाळास सांगितलें, आणिं तें श्रवण करितांच त्या ज्ञानाच्या प्राप्त्यर्थ यांचे ठायीं अशी तीव्रइछा उत्पन्न झाली आहे· कीं हा आपले पासून उपदेश ग्रहणार्थ आला आहे ·

गु ०—, फार उत्तम ; परंतु यागोपाळास पदार्थविज्ञानादिक जीं ज्ञानें, त्यांची कांहीं गोडी लागली आहे असें मला कोठे आढळलें नव्हतें ·

गोपाळ, महाराज, आपणांस कोठून आढळेल ; कांतर अशांज्ञानाचे ठायीं काहीं उत्कृष्ट रस आहे, असें म्या कधीं मानिलें नव्हतें ; परंतु या माझे ज्येष्ट बंधूचे मुखापासून म्याजें श्रवण केलें, तेणेंच करून माझे ठायीं अशी उत्सुकता उत्पन्न झाली आहे, आणि मजवर कृपा करून मला आपला शिष्य केल्यास मीं आनंदांत पोहूं लागेन·

गु ०—, परंतु तुझा ज्येष्ट बंधू जसा सुशिक्ष शिष्य मला भेटला आहे

हे तसा तूं नसशील; कारणकीं तूं केवळ स्वमताभिमानोन्मत्त असें मला समजलें आहे.

गोपाळ, तर महाराज अशा अभिमानाचे मुखापासून मला काढल्यास आपली बहुत प्रशंसा होईल; आणि आपल्या बोधाचीं जीं आश्चर्ये दादानें मज प्रति कथन केलीं त्यावरून मला असें वाटतें, कीं आपणा कडून आणि आपल्या बोधें करून माझा मताभिमान गलित होईल.

गु०—, जो विषय कथन करावयाचा असतो त्याजविषई जितक्या शंका घेतल्या तितकें त्याचें विवरण विशेष होतें, ह्मणून जितक्या तुझानें घेवतील तितक्या निर्भयपणें घेतजा. असो अरे कृष्णा, ग्या पदार्थांचे सामान्य धर्म तुला सांगीतले होते त्यांचें तुला स्मरण आहे कीं?

कृ०—, होय महाराज आहे: निर्भेद्यता. परिमेयता. आकृति. विभाज्यत्व जडत्व. आणि आकर्षकत्व.

गु०—, बहुत बरें. हे धर्म सर्वपदार्थांचे ठायीं सामान्य रूपें राहातात, आणि पदार्थां पासून कोणाचानें यांचा वियोग करवणार नाहीं; एतदतिरिक्त पदार्थांचे सर्वधर्मांस औपाधिक धर्म ह्मणावें, कांतर उपाधि द्वारा पदार्थांवर ते धर्म उत्पन्न होतात.

गो०—, महाराज पदार्थांचे सांसिद्धिक धर्मांचें जें आपण परिगणन केलें, त्यांत अवयवांचा समावेश झाला नाहीं, कांतर रंग गु

रुत्व

रुत्व इत्यादि जे धर्म सर्व पदार्थांचे ठायीं सामान्य रूपें आहेत, त्यां चीं उत्पत्ती पदार्थ पदार्थांचे संयोगापासून होत नाहीं पाहा बरें जो पदार्थ स्वतंत्र मूळभूत त्याचे ठायीं ही यांची स्थिती आहे; तस्मात् हे औपाधिक धर्म कसे होतील ?

गु०—, पदार्थांचा पदार्थांशीं संयोग झाल्याविणें त्वां जे धर्म कथन केले त्यांची स्थिति पदार्थांचे ठायीं कदापि होणार नाहीं.

गो०—, हें आपण कशावरून ह्मणतां । पदार्थांचे ठायीं गुरुत्व नाहीं काय, आणि दोन पदार्थ तोलले असतां त्यांतून एक पदार्थ गुरु उतरला तर गुरुत्व ह्मणून एक धर्म नसावा काय ?

गु०—, त्वां जो धर्म सांगीतला तो वस्तुतः आहे; परंतु त्याची स्थिति पदार्थ पदार्थांचे संयोगाधीन; ह्मणून तो सांसिद्धिक नव्हे. गुरुत्व हें आकर्षकत्वाचें कार्य होय; जर आकर्षकत्व नसतें, तर डबी झोंपाळा इत्यादिकांचे ठायीं कोणतेही प्रकारचें गुरुत्व न संभवतें.

कृ०—, आपण जें ह्मणतां त्याजवरून मला वाटतें. कीं पदार्थ गुरु होण्यास गुरुत्वाकर्षकत्व कारण होय.

गु०—, तूं जें बोलिलास तें सत्य आहे, म्या तुला सांगितलें होतें कीं पदार्थांचे अंगीं जितका प्रकृत्यंश, तितकें त्याचे अंगीं गुरुत्वाकर्षकत्व: आतां पृथ्वीवर जितके पदार्थ आहेत, तितक्यां पे

क्षां

क्षां तिचे ठायीं अत्यंत अधिक प्रकृत्यंश; यास्तव तिचें ठायीं गुरुत्वाकर्षकत्व अवश्य विशेष असावें, तिणे सर्व पदार्थांस आपलेकडे आकर्षून घ्यावें; आणि पदार्थांवर जितकें तिचें आकर्षण घडेल, तितकें त्यांचे अंगीं गुरुत्व उत्पन्न होऊन त्यांस आधार नसल्यास ते भूमीवर पडतील, आणि न पडावे यास्तव यांस कोणे वस्तुचा आधार असल्यास या वस्तूवर त्यांचा भार पडेल .

गो०—, तेव्हां जा कारणें करून पदार्थ पतन पावतात, त्याच कारणें करून त्या पदार्थांचे अंगीं गुरुत्व उत्पन्न होतें, आणि हें गुरुत्व आकर्षकत्वाचें स्वाभाविक आणि आवश्यक कार्य, असा हा प्रसिद्ध सिद्धांत असतां मला पूर्वीं बोध झाला नाहीं, त्यापेक्षां माझी मती मंद: परंतु पदार्थांस वस्तुतः गुरुत्व नव्हे ही कल्पना मला केवळ दुर्बोध वाटली, बरें महाराज, जर आकर्षकत्व पदार्थांचा सांसिद्धिक धर्म आहे; तर त्याप्रमाणें गुरुत्वही सांसिद्धिक धर्म असावा; कां तर गुरुत्वास सोडून एकटेंच आकर्षकत्व पदार्थांचे ठायीं कसें राहील ?

गु०—, बरें जर या ब्रह्मांडांत एकच पदार्थ असता, तर त्याचे अंगीं गुरुत्व किती असतें ?

गो०—, त्याचे महत्वा प्रमाणें; किंवा शास्त्र न्यायें करून बोललें असतां, त्याचे अंगीं जितका प्रकृत्यंश सामावला आहे तितकें असतें.

सतें —

कृ ०—, तसें नाहीं; त्याचें महत्व केवढें ही असो, तथापि त्याचे अंगीं गुरुत्व असणार नाहीं; कां तर त्या पदार्थास कोणाचें आकर्षण नाहीं. कसें महाराज जें मी ह्मणतों तें सत्य आहे ना ?

गु ०—, होय सत्य आहे. आणखी असें जापेक्षां ह्मणतोस, त्यापेक्षां गुरुत्वास सोडून आकर्षकत्व पदार्थाचे ठायीं एकटेंच राहावयास योग्य आहे असें त्वां मानावें; कांकीं जो पदार्थ अन्य पदार्थातें आकर्षित नाहीं; आणि जाजवर अन्याचें ही आकर्षण घडत नाहीं; त्या पदार्थाचे ठायीं कदापि गुरुत्व उत्पन्न होणार नाहीं. तूं ह्मणशील कीं त्या पदार्थाचे ठायींचे आकर्षकत्व विशिष्ट जे अंश, त्यांचें आकर्षण त्या पदार्थावर घडत असेल, तर ते अंश पदार्थरूपें एकत्र राहावयास त्यांचें आकर्षण परस्परांवरच घडत असतें.

गो ०—, बरें महाराज गुरुत्व पदार्थाचा सांसिद्धिक धर्म नव्हे याविषयीं माझें यथास्थित समाधान झालें; परंतु रंगा विषयीं आपला काय सिद्धांत आहे; रंगाची पदार्थाचे ठायीं वस्तुतःस्थिती आहे अशा माझे अभिप्रायाचें आपण खंडण करणार नाहीं ना ?

गु ०—, रंग पदार्थाचे औपाधिक गुण होत, ते अनुगत गुण असा त्यांचा जा पदार्थाचे ठायीं भास होतो, त्यां पासून ते केवळ भिन्न-आहेत असें जेव्हा मी रंगाचे प्रकरण काढीन, तेव्हा तुला बिंब

वून

वून देईन.

गो०—, महाराज त्या प्रकरणाचें कृपाकरून आतांच व्याख्यान करावें; कांतर रंग पदार्थांचे औपाधिक गुण हें जाणावयास मी अत्यंत उत्कंठित झालों आहे.

गु०—, शास्त्राचा कांहीं अनुक्रम आणि परिनाळिका धरून मी तुला बोध करीत न चाललों, तर जें तूं अध्ययन करशील त्यापासून तुला पूर्ण ज्ञान होणार नाहीं; यास्तव आपण परिपाटी प्रमाणें चालूं, आणि पदार्थांचे सामान्य धर्मांचें तुला यथास्थित ज्ञान झालें, म्हणजे दुसरा विषय काढूं.

कृ०—, तर आकर्षकत्वाचेंच व्याख्यान होऊं द्यावें, कांकीं तो धर्म सर्वांपेक्षां अति चमत्कारीक आहे. बरें तो धर्म सर्व पदार्थांवर एकसारिखाच जर राहातो; तर आकर्षण पदार्थांवर उभय पक्षीं घडावें; आणि असा व्यापार होत असला, तर तेव्हां दगड पृथ्वीवर पडतो, तेव्हां तिची आणि त्याची भेट व्हावयास तिणें ही कांहीं त्याजकडे उडावें ?

गु०—, उडावें खरें; परंतु पदार्थांचे अंगीं जितका प्रकृत्यंश तितकें त्यांचे अंगीं आकर्षकत्व असतें ना; तस्मात् पृथ्वीचे ठायीं प्रकृत्यंश किती, आणि दगडाचे ठायीं किती, अशा भेदाचें विवेचन केल्यास दगडाला भेटावयास पृथ्वी उडावी असें मग बोलणार नाहीस पृथ्वीवर दगडप

डत

डत असतां उभय पक्षीं आकर्षण घडतें खरें; परंतु त्यां दोहों आकर्षणांची समानता करून पाहिलें असतां दगडाचें आकर्षण अत्यंत अल्प, ह्मणून त्याचें कार्य इंद्रियांस गोचर होत नाहीं ·

कृ ०—, परंतु पदार्थाचे ठायीं जितका प्रकृत्यंश, तितकें आकर्षकत्व त्याचे ठायीं जर आहे, तर घरांस देवळांस डोंगर आपणाकडे कां आकर्षून घेत नाहींत ?

गो ०—, भले भले कृष्णा, ही कल्पना कोठून काढलीस ? घरें आणि देवळें जीं भूमीस दृढ जडलीं आहेत त्यांचानें कसेरें सरकवेल ?

गु ०—, कृष्णाचा प्रश्न असमंजस नव्हे, आणि त्वांजें त्यास उत्तर केलें तें ही अयोग्य नव्हे; परंतु गोपाळा, घरें आणि देवळें इतकीं कां दृढ जडलीं आहेत, याचें कारण तुझाने सांगवेल काय ?

गो ०—, म्या कृष्णास जें योग्य उत्तर केलें, तें बोलतां बोलतां आलें असेल; परंतु आतां मला वाटतें, कीं आकर्षकत्वा वांचून गवंडी आणि सुतार, यांचानीं घरें देवळें इत्यादिकांस केवळ स्थिर नकरवतें ·

गु ०—, तूं जें ह्मणतोस तोच निश्चय आहे; कां तर ईट चुना यांचे ठायीं स्नेहाकर्षकत्व उत्पन्न होतें तेणें करून गवंडयादिकांचानें गृह देवालयें बांधवतात; आणि तीं या पृथ्वी करून बहुत आकर्षण पावतात, ह्मणून अन्य आकर्षकत्व यांस आकर्षूं—

लागलें

लागलें असतां, तीं आकर्षिलीं जात नाहींत; परंतु तीं जर पृथ्वी करून इतकीं आकर्षिलीं नसतीं, तरतीं डोंगरांकडे सरकतीं; कांतर पृथ्वीची आकर्षकशक्ति मोटी आहे, ह्मणून तिचे पुढें पर्वतादिकांचे लाहान आकर्षक शक्तिचें बळ चालत नाहीं. आतां असें ही असतां कित्येक व्यापार द्वारा स्थूळ पदार्थांची आकर्षक शक्ति पृथ्वीचे आकर्षक शक्तीस जिंकिते. हातांत बोलंबा धरून कड्याचे शिखरावर जर उभें राहिलें, तर त्या बोलंब्याचा तोल पृथ्वी कडे लंब रूप असत नाहीं, परंतु कड्याकडे काहीं तिरकस होतो, कांतर कड्याचे अंगचें आकर्षकत्व पृथ्वीचे आकर्षकत्वाचा केवळ लंब रूप व्यापार, त्या बोलंब्यावर घडूं देत नाहीं.

कृ०—, परंतु पृथ्वीचे महत्वा पुढें पर्वताचें महत्व तिळ प्राय, असें असतां पर्वताचें आकर्षकत्व पृथ्वीचे आकर्षकत्वास जिंकितें हें काय ?

गु०—, पदार्थ पदार्थाचे जवळ असल्यास जितकें आकर्षण घडतें, तितकें दूर असल्यास घडत नाहीं; आणि मागें तुला बोलंब्याचा दृष्टांत सांगितला, त्याजवरून असें समज कीं पर्वतास बोलंबा जितका संनिहित, तितका तो पृथ्वी मध्यास संनिहित नाहीं; त्या बोलंब्याचा तोल पर्वता कडे किंचित् तिर्कस असतो, आणि त्या तोलाचें तिर्यक्त्व पाहावयास जीं यंत्रें केलीं आहेत, त्यांचे योगाविना, तें

तिर्यक्त

तिर्यक्‌ दृष्टि गोचर होणार नाहीं असें तें सूक्ष्म आहे.

गो०—, महाराज, तराजूचीं पारडीं समानांतरानें लोंबतात काय ?

गु०—, तुझे प्रश्नाचा हेतू मला कळला जीं दोन सूत्रें पृथ्वी कडे लंब रूप आहेत, तीं काय परस्परांस समानांतर असतात, हेंच तूं मला विचारतोस ना ? परंतु तुला कळतें कीं पृथ्वी गोलाकार आहे, म्हणून त्या प्रश्नाचें त्वांच उत्तर करावें असें माझे मनांत आहे.

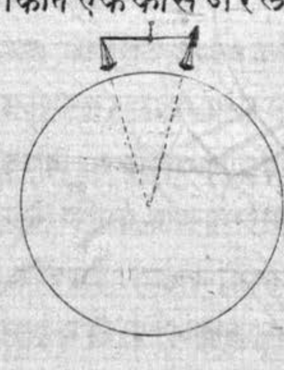
गो०—, मला वाटत होतें, कीं आकर्षणाचे योगाने त्यां सूत्रांचा तोल पृथ्वी मध्या कडे असावा, परंतु आतां असें कळूं लागलें कींजां सूत्रांचा किंवा जां रेषांचा तोल पृथ्वी मध्याकडे, त्या रेषा असमानांतर होत: कां कीं समानांतर रेषांचे ठायीं नित्य सम अंतर असतें, आणि त्या परस्परांस कदापि मिळत नाहीत.

गु०—, त्वां तर चांगलें उपपादन केलें. समानांतर रेषांचें तुला ज्ञान होतें, तें पाहा एथें कसें उपयोगास पडलें; त्यां रेषांचीं लक्षणें जर तुला अज्ञात असत्तीं, तर जसा त्वां सिद्धांत केला तसा तुझ्यानें झाला नसता, येणें करून तुला असें समजूं लागलें, कीं सिद्ध पदार्थ विज्ञानाचे अभ्यासा विषयी भूमितिचें अल्पही परिज्ञान मोटे उपयोगास पडतें; आणि सिद्धपदार्थ विज्ञानाचें मजपासून तुला कांहीं सामान्य ज्ञान झाल्यावर, त्या ज्ञानाचा विशेष अभ्यास करावा अशी तुझे ठायीं जर उत्सुकता उत्पन्न झाली, तर त्या ज्ञानाचा

अभ्यास करण्याचे पूर्वी त्वां भुमितिचें ज्ञान ग्रहणकरून सिद्ध असावें, ह्मणून मीही तुला अनुमोदन देईन्, याविद्येने तुला असें ज्ञान होईल, कीं जां रेषांचा किंवा सूत्रांचा तोल गोळ्याचे पातळीवर लंबरूप आहे, यारेषा असमानांतर, कांकीं त्या लांब केल्यास गोल मध्याजवळ त्यांची संयुक्तता होते; परंतु जां रेषांचा तोंल सरळ पातळीवर त्या नित्य समानांतर आहेत, कांकीं त्या लांब केल्यास त्यांची कदापि संयुक्तता होत नाहीं.

क० —, परंतु तराजूंचीं पारडीं पृथ्वीवर लंबरूप लोंबतात, तीं परस्पर समानांतर दिसतात -

गु० —, त्याचें कारण असें आहे, कीं पृथ्वी गोल अति विशाल, यास्तव त्यां पारड्यांस अत्यल्प संयोगिता प्राप्त होते, आणि ती संयोगिता इतकी अल्प, कीं त्यां पारड्यांचें तिर्यत्क आपल्या इंद्रियांस गोचर होत नाहीं; तराजूची दांडी आपण किति एक कोस जर लांब करून पाहातों, तर पारड्यांची संयोगिता दृश्य होती; परंतु असें करावयास आपण समर्थ नाहीं, ह्मणून पृथ्वीची आकृति एथें काढूं; ह्मणजे जेवढी तराजू आपल्यास व्हावी तेवढी करावयास सोय पडेल.



मो ०—, या आकृतिवरून त्यां पारड्यांची संयोगिता तर स्पष्ट कळूं येते; आणि दोन पदार्थ पृथ्वीवर समानांतर सूत्रांत पडत नाहींत असा सिद्धांत होतो.

गु ०—, तसाच सिद्धांत आहे.

गो ०—, पृथ्वीचें आकर्षण गुरुपदार्थावर विशेष घडतें, ह्मणून तो पदार्थ लौकर पडतो ना?

गु ०—, पृथ्वीचें आकर्षण जितकें गुरु पदार्थावर विशेष घडतें, तितकें लघु पदार्थावर घडत नाहीं खरें; परंतु गुरु पदार्थावर विशेष आकर्षण घडतें, ह्मणून तो लघु पदार्थापेक्षां लौकर पडतो, असा अर्थ नाहीं बरें.

गो ०—, कां पदार्थाचे पतनास आकर्षण जापेक्षां कारण आहे, त्यापेक्षां जा पदार्थावर विशेष आकर्षण घडलें, तो लौकर पडावा; आणि यास व्यवहारांतही प्रमाण आहे: गुरु पदार्थ लौकर पडतो, आणि लघु हळू पडतो, असें आपल्या दृष्टीस नित्य पडत नाहीं काय?

कृ ०—, गोपाळास आपलें भाषण जसें विपरीत वाटतें, तसें मलाही वाटतें; कारण कीं पदार्थाचे अंगीं जितका प्रकृत्यंश, तितकें त्याजवर विशेष आकर्षण घडतें असें सांगत आलां; तेव्हां जा पदार्थाचे अंगीं प्रकृत्यंश विशेष, त्याजवर पृथ्वीचें आकर्षण अवश्य विशेष घडेल, आणि तेणें करून तो पदार्थ जितका पतन पावेल,

तितका

तितका अल्प प्रकृत्यंश विशिष्ट पदार्थ पावणार नाहीं ·

गु०—, तूं असें समज, कीं गरु पदार्थ पडावयास विशेष आकर्षण पाहिजे. ह्मणून त्यां पदार्थांवर लघु पदार्थांपेक्षां विशेष आकर्षण घडतें. म्या तुला सांगितलें आहे, कीं पदार्थांस स्वतःजसें उठतां येत नाहीं; तसें त्यास स्वतां पडतां किंवा इकडे तिकडे होतांही येत नाहीं, आणि पदार्थावर कांहीं प्रेरणा घडल्या विना तो पतन पावत नाहीं; तेव्हां चलनीय जेवढा प्रकृत्यंश, तेवढा चालक व्यापार त्याजवर घडला पाहिजे. उदाहरण. शंभर शेर भाराचा पदार्थ एके पळांत पडावयास जर एक वांटा आकर्षण लागलें, तर तितक्याच वेळांत हजार शेर भाराचा पदार्थ पडावयास दाहा वांटे लागेल.

गो०—, मला तें कांहीं समजत नाहीं; परंतु मला असें कळतें कीं जितका पदार्थ गुरु तितका अल्पायासानें आणि त्वरेनें पडतो ·

कृ०—, महाराज आपले वचनाचा मला बोध झाला असें मला वाटतें; आणि त्याचें उपपादन गोपाळाजवळ माझाने करवेल तर मी करून पाहातो, असें आहे कीं एक शंभर शेर भारी आणि एक हज़ार शेर भारी, असे दोन पदार्थ एके समयांत वोढूं लागलों, तर लाहान पदार्थ वोढावयास जें बळ लागलें

लागलें त्याबळापेक्षां मोटा पदार्थ वोढूं लागल्यास दाहा वांटे विशेष बळ लागणार नाहीं काय ? आणि एक शंभर शेर भारी आणि एक हजार शेर भारी, अशा दोन पदार्थांस पृथ्वी जर एके समयांत आकर्षूं लागली, तर शंभर शेर भारी पदार्थावर दाहा वांटे अधीक आकर्षण घडणार नाहीं काय ?

गो०—, तूं जी उपपत्ति बोलिलास, तिचा मला पूर्ण बोध झाला; आणि तसेंच जर घडत असतें तर शंभर शेर भाराचे आणि हजार शेर भाराचे पदार्थांचा पतनवेग समान असता, आणि त्यामुळें असें होतें, कीं गुरु आणि लघु पदार्थ समान उंची पासून पडले असतां समान वेळांत भूमीस पोंचते. परंतु हा तुझा सिद्धांत प्रत्यक्ष असंबद्ध; आणि सांप्रत व्यवहार विरुद्ध: कांतर आपण प्रत्यक्ष पाहातों, कीं जर चाकू आणि कागद हातांतून एकेसमयींच सोडून दिली, तर कागदापेक्षां चाकू अत्यंत त्वरेनें भूमीवर पडतो.

कृ०—, या तुझे शंकेची माझाने निवृत्ति करवणार नाहीं. त्यां गुरुजींस पुसावें.

गु०—, कां बाबा ती शंका आपल्यास कुंठित करून टाकील असें मला तर वाटत नाहीं. बरें श्रवण कर; आकर्षकत्वाचे नियम असे आहेत, कीं कोणतेही भाराचे पदार्थ समान उंची पासून

एक

एक समयींजर पडले ,, तर ते भूमीवर एक्याच समयांत पोंच तील; आणि त्यांचे पतनास कशाचा प्रतिबंध नसल्यास, तसा च व्यापार प्रत्यक्षतेने घडेल, परंतु पदार्थ वायुंतून पडतात आ णि त्यांचे पतनास वायूचा प्रतिबंध आहे, त्या मुळें विषम दार्ढ्ययु क्त पदार्थांचे पतनवेग विषम आहेत. जेव्हां पदार्थ वायूला एकिक डेस करितात, तेव्हांच त्यांचें वायूंत गमन होतें, आणि सर्वेरल्य लघु पदार्थांपेक्षां; सदार्ढ्य आणि गुरु पदार्थ, या प्रतिबंधक वायू स बहुत लौकर दाबितात.

पदार्थांचीं अंगें जितकीं रुंद, तितका त्यांचे पतनास वायूचा प्रतिबंध होतो; परंतु त्यांचे अंगीं जितका भार आहे तितका होत नाहीं. लोहाचे गोळ्या एवढा कातड्याचाही गोळा असला तथापि वायूचा प्रतिबंध त्यां दोघांप्रति एकसारिखाच होतो: कांतर वायू जड पदार्थ आहे ह्मणून त्याचा प्रतिबंध एकास विशेष आणि एका स उणा असें नाहीं; परंतु कातड्याचे गोळ्यां पेक्षां लोहाचा गो ळा वायूचे प्रतिबंधास लौकर निवृत्त करितो, तेणें करून तो का तड्याचे गोळ्यां पेक्षां भूमीवर लौकर पडतो.

गो० — , हीतर केवळ उघड गोष्ट आहे, आणि जें गूढ पडलें होतें त्या चा याच गोष्टी करून निवाडा झाला. तात्पर्य लक्ष्यांत असेंयेतें, कीं पिसायेवढा जरी शिशाचा तुकडा असला, तरी वायूचा प्रतिबंध दो

घांचे

घांचे पतनास एकसारिखाच होईल; परंतु शिसें पडत असतां त्या स वायूचा प्रतिबंध होत नाहीं, आणि पीस पडत असतां त्यास वायू च्या प्रत्यक्ष प्रतिबंध होतो, आणि तेणें करून कांहीं वेळ झेललें ही जातें असें आपणास नित्य दिसतें हें कसें ?

क० —, पदार्थाचें अंग जितकें मोटें, तितका त्यास वायू विशेष दाबा वा पडतो ह्मणून वायूचा प्रतिबंध त्यास विशेष.

गु० —, खरें ह्मणतोस कळलें; रुंद कागद पडूं लागला तर तो वायूं त कांहीं वेळ झेलला जातो; नंतर तो भूमीवर हळू हळू पडतो; परं तु त्याच कागदाचा चेंडू करून वायूंत उडविला, तर त्याचें अंग रुंद नाहीं ह्मणून त्यास वायू विशेष दाबावा पडत नाहीं; तेणें करून त्या स वायूचा प्रतिबंध पहिल्यापेक्षां फार उणा होतो, आणि तो का गद फार त्वरेने पडतो.

जे अत्यंत गुरु पदार्थ आहेत त्यांचीं अंगें जर रुंद केलीं, त र तेही कांहीं वेळ वायूंत झेललें जातात; कारण कीं त्या पदार्थां चीं अंगें रुंद ह्मणून त्यांचा भार वायूचे प्रतिबंधाने तोलला जा तो.

जितके तूं पदार्थ जाणतोस, तितक्यांत सुवर्ण केवळ स दार्ढ्य पदार्थ असें तुला कळलें आहेना; परंतु तेंच सोनें ठोकून त्याचें अत्यंत पातळ पान केलें, आणि वायूंत सोडून दिलें, तर

वायूचा

वायूचा प्रतिबंध रुंद कागदा पेक्षां त्या पानावर विशेष पडेल, आणि तें कांहीं विशेष वेळ झेललें राहील.

गो ०—, हीतर केवळ चमत्कारीक गोष्ट आहे, आणि मला वाटतें कीं याच न्यायें करून, तांब्याचीं भांडी किंवा लोखंडाची होडी करून पाण्यांत चालवीत असतील.

गु ०—, लोखंडास याच न्यायें करून तारितात आतां जां पदार्थीचें महत्व आपले भारा पेक्षां लाहान, त्यांज प्रति वायूचा प्रतिबंध बहुत करून अल्पच होतो; कारण कीं घरावरून जर नाना महत्वांचे दगड एकहांच सोडून दिले, तर ते बहुत करून समान वेळांतच भूमीवर पडतात.

कृ ०—, बरें महाराज, जर वायू वस्तुतः पदार्थ आहे, तर त्याजवर आकर्षकत्वाचा व्यापार घडावा कीं नाहीं ?

गु ०—, कां घडूं नये, त्याजवर तर प्रत्यक्ष घडत आहे.

कृ ०—, तर वायू सर्व पदार्थां प्रमाणें भूमीवर कां पडत नाहीं.

गु ०—, तो तर सर्व पदार्थां सारिखाच पडतो, कां तर वायूचा खालील भाग पृथ्वीशीं प्रत्यक्ष संलग्नता पावला आहे; परंतु जो त्याचा वरील भाग तो संलग्न नाहीं; यास्तव कीं जसें पात्राचे तळाचें पाणीं वरचे पाण्यास झेलून धरतें, तसा तो खालील भाग वरील भागास झेलून धरितो.

परंतु

परंतु पाण्यांत आणि वायूंत इतकें अंतर, वायू नियताकार आहे, नियताकारत्व ह्मणून एक पदार्थांची जाती आहे, त्यांचा स्वाभाविक धर्म असा, कीं त्यांस आकारांतरापादक जे उपाधि त्यांचा वियोग झाला असतां, आपला स्वाभाविक आकार धरितात; आणि येणें करून असें समज, कीं या पृथ्वी भोंवतें जें वातावरण, तें पृथ्वीचे आकर्षकत्वानें संकोच्यमान् आहे तर, संकुचित होऊन घट्ट कां मिळत नाहीं असें जर ह्मणशील, तर वायूचा नियताकार रूपजो धर्म, तो त्यां अंशांस संकुचित होऊं नदेतां विस्तीर्यमाण करित असतो.

कु ०—, तेव्हां मला वाटतें कीं वायूचे खालचा भाग वरले भागापेक्षां विशेष, घन आणखी सदार्ढ्य असावा; कां तर त्याचा जो भाग पृथ्वीस संनिहित, तो पृथ्वी करून अत्यंत आकर्षण पावला आहे.

गु ०—, पृथ्वी महत्वा पुढें वातांबराची उंची बहुत करून कांहींच नाहीं, ह्मणून वायूचे एके भागावर पृथ्वीचें आकर्षण विशेष घडतें आणि एकावर उणें घडतें, हें बहुत करून आपणास गोचर होत नाहीं; तथापि वरील भागाचा भार खालील भागावर पडतो, तेणें करून खालील भाग ह्मणजे पृथ्वी वरला वायू, वरचे वायू पेक्षां अधिक सदार्ढ्य आहे. वायू संको

च

च पावतो यांविषयीं कापूस लोंहोकर इत्यादिक पदार्थांचा दृ ष्टांत एक. सुट्या कापुसाचे राशींत वरल्या कापुसाचे भाराने खालील कापूस संकोच पावतो, आणि वरील कापूस जितका जितका उंच आहे तितका तितका तो हलका आणि असंकुचित असतो. आतां वरचे कापुसास कोणीं संकुचित करीत नाहीं, परंतु तो गुरुत्वाकर्षकत्वें करून मात्र दपटला राहातो.

गो ०—, मला आतां स्मरण पडलें कीं कितिएक पदार्थ पृथ्वीचें आकर्षण पावत नाहींत; कोंतर धूर वाफा इत्यादिक पदार्थ, खालीं पडावे तर तेउलटे वर चढतात.

गु ०—, त्यांस वर चढावयास गुरुत्वाकर्षकत्वच कारण होय; जेव्हां या कारणाचा नाश होईल तेव्हांच ते खालीं पडतील.

गो ०—, गुरुत्वाकर्षकत्वा पासून असे परस्पर विरुद्ध व्यापार घडतात, तेव्हां त्याचा असुक निजव्यापार, असा आह्मीं निश्चय कशावरून करावा.

गु ०—, त्याचे व्यापार परस्पर विरुद्ध नाहींत, समानच आहेत असा निश्चय करावयास कांहीं गूढ नाहीं. तूं असें समज, कीं पृथ्वीचे संनिहित जितका वायू, तितका धूर वाफा इत्यादिक पदार्थांपेक्षां भारीं आहे; तेव्हां तो धुरास आणि वाफांस केवळ सांभाळितो असें नाहीं, तर ते वातावरणांत कांहींसें

चढत

चढत तेथपर्यंत त्यांस वर लोटितो; मग त्यांचे भाराची आणि वातावरणाचे भराची समानता झाली, ह्मणजे ते तेथें स्थिर राहातात. बरें को णे ठायांत हलकें लांकूड टाकिलें तर तें त्या पाण्यावर कां रे पोहोंते ?

क ०—, तें पाण्या पेक्षां हलकें, ह्मणून पाणी त्यास तरवितें.

गु ०—, आणि त्या ठायांत आणखी पाणी घातलें असतां तें लांकूड कां उचललें जातें ?

क ०—, लांकडा पेक्षां पाणी भारी आहे, ह्मणून तें लांकडा खालीं शिरतें, तेणें करून लांकूड उचललें जातें.

गु ०—; त्याच प्रमाणें धुरास आणि वाफांस वायू वरतें उचलतो; परंतु लांकूड पाण्यावर जसें चढतें, तसा धूर आणि वाफा वायूचे पाठीवर चढत नाहींत, धुराचे आणि वायूचे दाढर्याची समानता होई तों पर्यंत धूर वायूंत चढतो, कां तर वायू पृथ्वी पासून जितका जितका उंच तितका उत्तरोत्तर पातळ आहे. धूर थोडासा उंच चढतो. दहनाचे योगाने वायू उष्णत्व पावतो, त्या वायु वेगानें दग्ध पदार्थांचे जे सूक्ष्म अंश उडतात, तेच धूर आहेत. अग्नी सर्व पदार्थांस विस्तृत करितो; तो वायूचे अंगीं पातळपणा आणितो, आणि त्यास वातावरणांतील शितळ वायू पेक्षां हलकें करितो. जों पदार्थांस अग्नी लागला असतो त्याचे सूक्ष्मावयवांस आणि वाफांस उष्णत्व पावलेला वायू आपणा

समागमें

समागमें उडवितो. उष्णवायू आकाशांतील वायूंत जेव्हां मिश्र होतो, शीतता पावतो: आणि त्याज सहित लांकडाचे किंवा अन्य दाह्य पदार्थांचे जे सूक्ष्म अंश उडाले असतात, ते खालीं पडतात, तेणें करून पाकग्रहादिकांत घेरू आणि झलमटें लागतात.

कृ०—, महाराज गुरुत्वाकर्षकत्व व्यापारांवर शेवटास एक दोष यावयास पाहातो; कारण कीं जे पदार्थ वायू पेक्षां प्रत्यक्ष जड, त्याचें वायुयंत्र केलें असतें, आणि तें वायूंत चढतें: तेव्हां अशा जड यंत्रास वायू कसा झेलून धरितो.

गु०—, जा पदार्थांचें वायू यंत्र केलें असतें, ते वायू पेक्षां गुरू असतात खरे; परंतु त्या यंत्रांत जो वायू कोंडितात तो या सामान्य वायू पेक्षां फार भिन्न आणि अति हलका असतो: तेव्हां असें घडतें कीं वायूयंत्र वर आवयास जो वायू कोंडितें, त्या पेक्षां तें हलकें होय, आणि हलकें, ह्मणून जा न्यायें करून धूर आणि वाफा वर चढतात, त्या न्यायें करून वर चढतें; किंवा जलापेक्षां लोखंड अति गुरू आहे तथापि लांकडांत खिळा मारून मोट्या पाण्यांत टाकिलें असतां लांकडाचे योगानें जसें तरतें, त्याच न्यायें करून वायूयंत्र वायूंत उडतें.

कृ०—, तेव्हां असें आहे कीं जितके पदार्थ वायू पेक्षां हलके, ति

तक्यांस वायू उचलितो; आणि ज्याचें गुरुत्व वायू इतकें, ते त्यांत स्तब्ध राहातात; आणि जे वायू पेक्षां गुरू, ते त्यांतून खालीं पडतात, परंतु जे पदार्थ वायू पेक्षां भारी, त्यांज वर वायूचा काहीं व्यापार घडेल; कांतर ते अति भारी नसल्यास, त्यांचे पतनास वायूचा जो प्रतिबंध होतो, त्यास पदार्थांचाने लौकर दूर करवणार नाहीं, आणि तेणे करून ते झेलले जातील, आणि आपले गुरुत्वानुरूप विशेष किंवा अल्प वेगाने पडतील.

गु ०—, बरें पीस पाहा किती हळू पडतें? आणि पाषाणादिक गुरू पदार्थ वायूचे प्रतिबंधास लौकर दूर करून त्या पिसा पेक्षां पाहा किती त्वरेने पडतात? रिकाम्या ठायांत खडा टाकिला असतां त्याचे तळीं जितका लौकर जातो, तितका पाण्याने भरलेल्या ठायांत जात नाहीं. कांतर त्या खडयाचे गमनास त्याज लाचा अवरोध होतो. परंतु पात्रांतील जल जसें काढितों, तसाच जर वायू आपण काढितों, तर खडा अत्यंत त्वरेने त्याचे तळीं पडता, कांकीं त्यास मयीं त्याचे पतनास कशाचाही प्रतिबंध नसता.

यावरून तूं असें समज, कीं पदार्थांचे ठायीं विषम गुरुत्व, ह्मणून पदार्थांचे पतनवेग विषम अशी गोष्ट नाही. परंतु त्यांचे पतनास वायूचा प्रतिबंध, यास्तव विषम गुरुत्व विशिष्ट पदार्थांचा पतन वेग विषम आहे. जर पिसाचे पतनास वायूचा प्रतिबंध नसता,

नसता, तर जा त्वरेने दगड पडतो त्याच त्वरेने पीस पडतें.

रुपया इतका रुंद कागदाचा तुकडा आणि रुपया घेऊन, त्यां दोघांस एकदांच सोडून दिल्यास रुपया जितका लौकर पडेल, तितका लौकर कागदाचा तुकडा पडणार नाहीं; परंतु त्या रुपयांत आणि कागदांत वायूचा प्रवेश होणार नाहीं, इतकें घट्ट त्या कागदास त्या रुपयावर बसवून पूर्ववत् सोडून दिलें, तर कोणत्या प्रकारचा व्यापार घडेल.

गो ०—, कागदास रुपयावर घट्ट बसविलें, येणें करून त्या कागदास वायूचा प्रतिबंध होणार नाहीं खरा, परंतु कागद त्या रुपयानें झेलला जाईल.

कृ ०—, जर त्या कागदास रुपया वांचून कशाचा आधार नसला, तर जसा रुपया त्वरेने पडतो, तसाच तो पडेल. बरें महाराज, यांचा व्यापार सांगीतल्या प्रमाणें घडतो किंवा नाहीं ह्मणून याचा मला प्रत्यय पाहूंद्या?

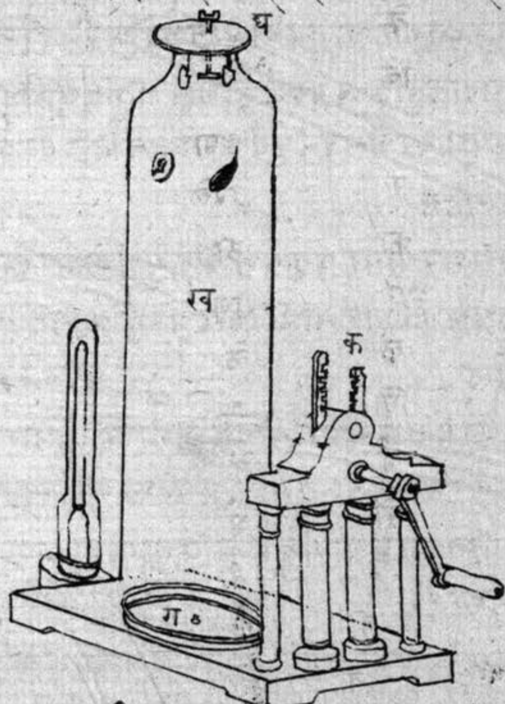
सांगितल्याच प्रमाणे घडून आलें; हा तर चमत्कारीक प्रत्यय होय. हा सुलभ उपायानें घडतो, आणि लौकर निवाडा करून देतो.

गो ०—, आपण कसेंही ह्मणा, परंतु त्या प्रत्ययें करून माझें पूर्ण समाधान झालें नाहीं. वायूचा ज्यांत अभाव असें एकादें स्थान

हा

हा प्रत्यय पाहावयास असतें, तर आनंद झाला असता. —

गु ० —, वायूरहित पात्रें करून जर तुझें समाधान होत असलें, तर तें मी तुला आतांच देतों. हें आहे (ही आकृति पाहा)



(क) यास वाताकर्षक यंत्र ह्मणतात, (ख) हें काचपात्र, ग भोंकास घट्ट मिळे असें त्या भोंकावर ठेवावें, आणि (क), वाताकर्षक यंत्राने ख. काचपात्रांतील अवघा वायू (ग) भोंकातून काढून टाकावा. आतां मी या यंत्राची क्रिया सांगीतल्या प्रमाणें करितों आणि दोन

विषम

विषममहत्वाचे आणि भाराचे पदार्थ पडले असतां,(ख),काचपात्रा चे तळास एकेच समयांत पोंचतात किंवा नाहीं हें पाहा -

गो ०—, आहाहा, हा प्रत्ययपाहीला असतां मला फार आनंद वाटेल! हें यंत्र तरी किती चमत्कारीक आहे हो! बरें यांत वायूचा प्रवेश नहीतां, वेगळ्या भाराचे दोन पदार्थ तुमचाने कसे घालवतील.

गु ०—, हा प्रत्यय पाहावयास त्या पात्रांत रुपया आणि पीस पूर्वी घालून ठेविलें आहे: काच पात्राचे वरले अंगास रुपया आणि पीस अटकून राहावयास एक युक्ती केली आहे. या पात्रांतील वायू काढतांच, मी (घ) मलसूत्र फिरवीन, तेणें करून ज्या पातळीचे पट्यांवर रुपया आणि पीस ठेविलें आहे, त्या पट्या फिरतील, ह्मण ह्मणजे ते दोन पदार्थ पडतील.— आतां या काच पात्रांतील अवघा वायू निघाला असें मला वाटतें.

गो ०—, तर मला (घ) मलसूत्र फिरवूं द्या, ह्मणजे ते पदार्थ पडतां माझे दृष्टीस पडतील. —— दोन्ही पदार्थ एक्याच समयांत या पात्राचे तळीं पोंचतां म्या पाहिलें! कृष्णा, कसेंरे, रुपया एवढें पीस भारी असें तुला दिसलें कीं नाहीं?

कृ ०—, दिसलें गोपाळा; आणि तीं एकदांच पडलीं कळलें. आहाहा, हें केवढें नवल! जो प्रत्ययें करून चित्त रममाण होईल,

ल, असे तर या यंत्रें करून सहस्त्रावधि प्रत्यय दृष्टीस पडतील.

गु ०—; होय सहस्त्रावधि दृष्टीस पडतील यांत संशय नाहीं, परंतु ते प्रत्यय जाजा प्रकरणा संबंधी आहेत, त्यात्या प्रकरणाचें व्याख्यान करावयास त्यां प्रत्ययांचा संग्रह करून ठेवूं; कां तर सांप्रत प्रत्यय पाहून तुझे ठायीं फार आनंद झाला, परंतु रुपया आणि पीस समान वेगानें कां पडतात. याचें म्याजर तुज प्रति कथन केलें नसतें, तर आतांचे इतका तुला तेव्हां हर्ष वाटला नसता.

कृ ०—; हा प्रत्यय जरी पूर्वी मला दाखविला असता, तरी मी आश्चर्य युक्त झालों असतों, परंतु यावरून जितका अल्हाद आतां झाला, तितका त्या समयीं झाला नसता; कां तर जीजी गोष्ट आपणास विदित झाली, तिचा अनुभव आला, म्हणजे तेणें करून ती गोष्ट आपले हृदयांत बिंबून राहाते; म्हणोन प्रत्यय पाहावयास आपले ठायीं जी उत्सुकता अकाळीं उत्पन्न होते. तिचें आवरण करावें.

गो ०—, महाराज त्या काच पात्रांतील वायू कोणे उपायानें काढितात, हें मला कृपा करून सांगावें?

गु ०—, वाताकर्षक यंत्र कसें घडलें असतें, हें जर तुला जाणावयाचें असलें, तर यंत्रशास्त्राचें काहीं अध्ययन प्रथमतः करणें तुला आवश्यक आहे आणि त्या शास्त्रांत तुझा बुद्धीचा प्र

वेश

वेश व्हावा ह्मणून चलननियमाचें वर्णन तुजप्रति तृतीय संवाद द्वारा करीन. —

इति द्वितीयसंवादः समाप्तः

अथ चलननियमांविषयीं तृतीय संवाद.

आणि या संवादांत, चलन, पदार्थ, जडत्व, चलनोत्पादक, प्रेरणा, चलनमार्ग, स्वतंत्र वेग - वेगगण्यवेग - समगति - क्षीयमाणगति - वर्धमानगति - पदार्थपतनवेग - चालकत्व आघात आणि प्रत्याघात यांची समानता - पदार्थ नियताकारत्व -, पदार्थ सच्छिद्रता - परावृत्तिचलन - पतनकोण - आणि परावर्तनकोण - यांसर्वांचें निरूपण केलें आहे.

गु ०—, चलननियमाचे आश्रयानें यंत्रशास्त्र झालें आहे; ह्मणून चलननियमाचें ज्ञान तुला प्रथम झालें पाहिजे, नंतर यांत्रिकशास्त्राचें आपण विवेचन करूं. अरे गोपाळा, चलन या शब्दाचा तुला काय बोध होतो तें मला सांग ?

गो ०—, मला त्या शब्दाचा पूर्ण बोध झाला आहे असें वाटतें, परंतु त्याचें व्याख्यान मला यथास्थित करितां येणार नाहीं. बरें अ

सो:

सी. इकडे तिकडे फिरणें, एके स्थानापासून दुसऱ्या स्थानाप्रति जाणें, ह्मणजे स्थिरता विरुद्ध जो व्यापार त्यासच चलन गति असें ह्मणतात ना ?

गु०—, होय, स्थान सोडून जाणें हेंच चलन आहे. कोणीएक स्थीर जो पदार्थ, तो आपले स्थानाचा पालट करूं लागला ह्मणजे तो चलन पावतो. म्या तुला पूर्वी सांगितलें, कीं स्वतः चलन पावणें किंवा स्वतः स्थीर राहाणें, या दोहीं कर्मांचा पदार्थांचे अंगीं जो अभाव ह्मणजे जडत्व, हा पदार्थांचा सांसिद्धिक धर्म होय; तेव्हा असें झालें कीं पदार्थांचे अंगीं चलन उत्पन्न केल्याविना तो कदापि चलन पावणार नाहीं. ज्या कारणें करून पदार्थांचे अंगीं चलन उत्पन्न होतें, त्यास प्रेरणा ह्मणावें. उदाहरण; खिळा लांकडांत जावयास हातोड्याचा प्रहार प्रेरणा आहे; गाडी चालावयास बैलांचें वोढणें प्रेरणा आहे; ते त्यांचे चलनाचें कारण प्रेरणा होय.

कृ०—, पदार्थ पतन पावावयास गुरुत्वाकर्षकत्व प्रेरणा आहे, असें बोललें तर चालेल ना ?

गु०—, चालेल यांत संशय काय. म्या जें तुह्मास सांगितलें याचें स्पष्ट परिज्ञान व्हावें, ह्मणून म्या स्थूळ व्यवहारिक दृष्टांत दिले; परंतु तुह्मास जर शास्त्रीय दृष्टांताची आवड असली, तर असें ह्मणावें, कीं पदार्थांचे अंशांचें संमीलन व्हावयास स्नेहाकर्षण प्रेरणा

आहे,

आहे, आणि त्याच अंशांचें उमीलन व्हावयास दहन प्रेरणा आहे.

पदार्थावर एकवेळ प्रेरणा होऊन त्याचे अंगीं जें चलन उत्पन्न होतें, तें सरळ रेषेंत नित्य असतें. आणि जा मार्गांत त्याजवर प्रेरणा घडते त्याच मार्गांत तो चलन पावतो.

गो०—, ह्मातर पदार्थाचा स्वाभाविक धर्म आहे; कांकीं तो स्वतां जड, आणि त्याजवर प्रेरणा घडते, तेणेंच्च करून चलन पावतो: यास्तव जा मार्गांत त्याजवर प्रेरणा झाली, त्या मार्गांत तो चलन पावेल, आणि मला असें वाटतें, कीं जितक्या प्रेरणें करून पदार्थ लोटावा, तितकीच त्याचे चलनाची त्वरा असेल.

गु०—, तितकीच असते; आणि कोणे एक पदार्थाचे चलनाची जी त्वरा किंवा मंदता तीस वेग अशी संज्ञा आहे; आणि तो काळें करून मोजला जातो, आणखी ह्मा एक चलनाचा नियम आहे कीं जितके प्रेरणें करून पदार्थाचे अंगीं चलन उत्पन्न केलें, तितका त्याचे चलनाचा वेग असतो. स्वतंत्र वेग आणि वेगगण्य वेग यांत भेद काय याचा विचार करूं.

दुसऱ्या पदार्थाचा चलनवेग लक्ष्यांत न आणितां, एकट्याच्च पदार्थाचे चलन वेगाचा विचार करितात, तेव्हां त्यास स्वतंत्र वेग ह्मणतात. उदाहरण: जेव्हां घोडा दाहा घटकांत पन्नास कोस धांवतो, तेव्हां त्याचा स्वतंत्र वेग एके घटकेंत पांच कोस होतो.

एके पदार्थाचे चलन वेगाचा दुसरे पदार्थाचे चलनवेगाशीं संस्कार करून, त्यां दोघांतील भेद मात्र जेव्हां लक्ष्यांत आणितात, तेव्हां त्या भेदास पदार्थाचा वेग गण्यवेग असें ह्मणावें. यास उदाहरण: मनुष्य तारवांत बसला असतां, तो तारवाचे स्वतंत्रवेगानें चलन पावतो, तथापि तारवाची आणि मनुष्याची बरोबरी केल्यास, मनुष्य स्थिर आणि तारूं चालतें असें कळूं येईल; परंतु जिकडे तारूं जात आहे तिकडे तोंड करून मनुष्यही त्या तारवांत चालूं लागलें, तर त्याचें आणि तारवाचें चलनांत जितकें अंतर सांपडेल, तितका त्या मनुष्याचा वेग गण्यवेग होय.

कृ ०—, आपण जें ह्मणतां त्याचा मला बोध झाला कीं नाहीं हें पाहावें, मी बोलतों. एके पदार्थाची चलनत्वराजीची दुसऱ्या पदार्थाचे चलनत्वरेशीं बरोबरी केली आहे, तीस वेग गण्यवेग ह्मणतात. उदाहरण: जितक्या वेळांत एक तारूं तीन पट लांब हाकारलें, तितक्याच वेळांत दुसरें जर एक पट लांब हाकारलें, तर पहिल्याचा वेग दुसऱ्या पेक्षां तिपट होईल.

गु ०—, याविषयाची सामान्यरीति अशी आहे: कीं पदार्थ जास्थानांत चलन पावतो त्या स्थानावरून त्या पदार्थाचा वेग मोजावा; आणि पदार्थाचे चलनास जितका वेळ लागतो तितक्या वेळानें तो भागावा. उदाहरण: जर त्यां विसा घटकांत शंभर कोस ग-

मन-

मन केलें, तर तुझें एका घटकेंत किती कोस गमन होईल ?

कृ ०—, एकशें कोस जेथें गमन झालें, तो मार्गही एकशें कोस लांब आणि गमन विसां घटकांत झालें, इतक्या काळाच्या त्या स्थानास भाग घेतों ह्मणजे प्रति घटकेस पांचकोस गमन झालें, असें उत्तर सहज होईल. (घटका· कोस - प्रतिघटकेसगमन
२० - १०० - ५ उत्तर.
१००
०००)

परंतु जापेक्षां शंभरकोस मार्गास पांच कोस गमनाचा भाग घेतला असतां वीसकोस असें उत्तर होइल; (गमन-स्थान-वेळ
५- १०० - २०
१०
००)

त्यापेक्षां स्थानाचा गमनानें भाग घेतला असतांजें उत्तर होईल, तितका काळ असें ह्मटलें तर चालेलना.

गु ०—, कां चालणार नाहीं; आणि तुझी इछा असली तर असेंही बोलत जा, कीं गमनास काळें करून गुणिलें असतांजें उत्तर होईल, तें स्थान असें जाणावें. याविषयीं मी प्रश्न करितों; अरे गोपाळा, जर तुं एकेघटकेंत दोन कोस गमन करशील, तर साहाघटकेंत किती कोस तुझें गमन होईल ?

गो ०—, बाराकोस होईल; कांकीं दोन साहासीं गुणिलें असतांत्यां

चा

च्या गुणाकार बारा होईल

गु० —, समगति, वर्धमानगति, क्षीयमाणगति यां पदांचा अर्थ तुला कळला आहे ना ?

कृ० —, कळला आहे असें तर मला वाटतें परंतु मी बोलतों आपणें श्रवण करावें. पदार्थाची जी गति एकसारिखी, आणि जों पर्यंत त्या गतिची स्थिती आहे तोंपर्यंत जी समानवेग असतें तीस, समगति ह्मणावें; उदाहरण; जो घोडा प्रतिघटकेस एकासारिखे मोजले कोस चालतो, त्याची गति समगति होय घड्याळाचे कांट्या वरून समगति यथास्थित कळूं येईल, कांकीं त्या कांट्याचे चलनावरून समान काळाचा बोध होतो.

गु० —, समान गतीचें तुला तर यथास्थित ज्ञान झालें, आणि जेव्हां पदार्थ एके काळांत जितका मार्ग क्रमितो तितकाच दुसऱ्या काळांत क्रमितो, तेव्हां त्याचे गतीस समान गती ह्मणतात; असेंजर तूं बोलत गेलास, तर त्या विषयाचा दुसऱ्यास लौकर बोध होईल. पदार्थावर एकच वेळ प्रेरणा करून उगें राहिलें, ह्मणजे त्याचे अंगीं समगती उत्पन्न होते; जसा फळीचा टोला चेंडूवर मारिला असतां चेंडूचे अंगीं गती उत्पन्न होतें तसें.

गो० —, परंतु चेंडूचे अंगीं समगति उत्पन्न होत नाहीं; त्याचा वेग हळू हळू कमी होतो, आणि नंतर तो भूमीवर पडतो.

गु ०—, चेंडू जड पदार्थ असें तुला समजलें नाहीं काय ? जशी त्याचे अंगीं स्वतां चलन पावावयाची शक्ति नाहीं, तशीच चलन अवस्थेंत असल्यास स्वतां स्थिर राहावयाची शक्ति नाहीं; याजकरितां जेव्हां तो पतन पावती, तेव्हां त्याचे उड्डानावस्थेचा नाश करून त्यास भूमीवर पाडणार, अशी एक दुसरी प्रेरणा आहे.

गो ०—, जी प्रेरणा पदार्थांचे उड्डानास अवरोध करून त्याचा नाश करिते ती प्रेरणा गुरुत्वाकर्षकत्व होय; परंतु जर गुरुत्वाकर्षकत्वाची प्रेरणा नसती, तर चेंडू कदापि उगा न राहाता काय ?

गु ०—, जर चेंडूचे गतीस गुरुत्वाकर्षकत्व वायू इत्यादिक पदार्थांचा प्रतिबंध नसता, तर चेंडू तर काय; परंतु दगड उडविल्यास सरळरेषानुरूप आणि समान वेगानें पुढें पुढें निरंतर गमन करित असता.

गो ०—, आपले भाषणावरून मला आश्चर्य वाटतें! कांकी पदार्थांचे अंगीं सतत गति उत्पन्न करणें हें केवळ अशक्य, असें म्या मानिलें आहे ?

गु ०—, पदार्थांचे अंगीं सतत गति उत्पन्न करावयास मनुष्य समर्थ नाहीं, कारण कीं पदार्थांचे अंगीं जीजी गती मनुष्यें निर्माण करितात त्यांस गतीचा गुरुत्वाकर्षकत्व नाश करून टाकितें

टाकितें.

क० —, परंतु मलावाटतें, कीं जरी पृथ्वीचें आकर्षण नसलें, तरी माझे अल्प उडवण्यानें दगडाचे ठायीं सतत चलन निर्माण होणार नाहीं.

गु० —, दगडास अल्पायासानें अथवा विशेषायासानें उडविलें, तथापि त्याचे चलनाचे नैरंतर्यीत किमपि अंतर पडणार नाहीं, जर त्यास अल्प प्रेरणेंकरून उडविलें, तर तो अल्पवेग चलन पावतो, कां कीं जितके प्रेरणें करून पदार्थ उडवावा, तितका त्याचा उड्डानवेग असतो, आणि जर त्याचे उड्डानास कशाचा प्रतिबंध नसला, तर जा वेगें करून जा मार्गीत त्यास उडविलें आहे, त्यावेगानें त्याच मार्गीत तो उडत जाईल.

गो० —, हेंतर मला केवळ असंभाव्य वाटतें, यासारिखा व्यापार दृष्टीचेठायीं आपले दृष्टीस कोठें पडत नाहीं.

गु० —, बाबा असें ह्मणून कों बरें. जेव्हां तूं स्वस्थ पदार्थाचे गतीचा विचार करूं लागशील, तेव्हां असें तुला कळूं लागेल कीं जॉं पदार्थांचे ठायीं सतत गती असे दृष्टीचे ठायीं असंख्यात आहेत; आणि सतत गति स्वस्थ पदार्थाचे ठायीं आहेत येणें करून सृष्टि सुशोभित आहे. परंतु ब्रह्मांडाचे ठायीं जितके पदार्थ आहेत, त्यांचे ठायीं जर सतत गति उत्पन्न होत असत्या,

तर

तर प्राणी मात्रांस सर्व प्रकारचे सुख अप्राप्य झालें. एतद्विषयीं ईश्वराने सतत गतीस या भूमीचे ठायीं दुर्निवार प्रतिबंध उत्पन्न केले आहेत, आणि यां प्रतिबंधांहीं करून आपणास महान् महान् जरी श्रम प्राप्त होतात, तरी यां पासून जेजे अनुक्रमाने आणि नियमाने व्यापार घडताहेत, आणि जें समाधान उत्पन्न होत आहे, तेणेंच करून सृष्टीचे ठायीं जितके जीव आहेत तितक्यांचें संरक्षण होत आहे.

बरें, क्षीयमाण गति ह्मणून काय आहे हें तुह्मांने मला सांगवेलना.

गो० —, पदार्थांचीजि गति प्रतिक्षणीं उणी उणी होत जाते तीस क्षीयमाण गति ह्मणतात: असें कीं मीं त्वरेनें चालतां दमलो, ह्मणजे हळू हळू पाऊल टाकूं लागतों; किंवा दगड वर उडविला असतां त्याचें वेगाचा पृथ्वीचे आकर्षणें करून हळू हळू क्षय होत जातो.

गु० —, जा प्रेरणें करून पदार्थांचे ठायीं चलन उत्पन्न झालें, त्या प्रेरणेशीं विरुद्ध जेव्हां अन्य प्रेरणा घडत जाते, तेव्हां क्षीयमाण चलन उत्पन्न होतें. सजीव पदार्थ दमले असतां हळू चालतात. अथवा विसांवा घेतात; परंतु जड पदार्थ चलन पावला असतां त्याचे चलनास कशाचा प्रतिबंध होउन, त्यास मागें हटविलें नाहीं, तर त्याचें गमन कदापि हळू होणार नाहीं, आणि

ती

तो स्वतां स्थीर ही राहाणार नाहीं, कांकीं त्याचे अंगीं चेतना नाहीं. जड पदार्थां पासून जे व्यापार घडतात त्यांचे नियमांचें यंत्रशास्त्र वर्णन करितें, ह्मणून क्षीयमाण गति विषयीं दगडाचे उर्ध्वगमनाचा त्वां मागें दृष्टांत दिला, तो दृष्टांत मीं सर्वां पेक्षां मान्य करितों. कृष्णा आतां तुझी पाळी आली; ह्मणून वर्धमान गतीचें मला व्याख्यान करून दाखीव.

कृ ०—, पदार्थांचे जा गतीचा वेग वृद्धिंगत होत जातो, तीस वर्धमान गति अशी संज्ञा होय, मागें गोपाळानें क्षीयमाणचलना विषयीं सजीव पदार्थांचा दृष्टांत दिला, त्या दृष्टांतास आपण जर दोष ठेविला नसता, तर आतां तोच दृष्टांत उपयोगी पडता; कांकीं सजीव पदार्थ चालतां चालतां धाऊं लागले, ह्मणजे त्यांचें वर्धमान चलन होतें असें बोलतात, निर्जीव पदार्थांचे अंगीं वर्धमान चलन उत्पन्न होतें असें मला कोठें आढळत नाहीं, आणि जड पदार्थांचे अंगीं जीं चलनें निर्माण होतात, त्यांस पृथ्वीचे आकर्षणें करून क्षीयमाणता प्राप्त होते.

गु ०—, सर्वदा प्राप्त होत नाहीं, कोणे समयीं पदार्थांचे अंगीं वर्धमान चलन ही उत्पन्न होतें, असें कीं दगड वरून पडत असतां त्याचे चलनास हळू हळू वृद्धि प्राप्त होते.

कृ ०—, खरें आहे, कांकीं दगड पृथ्वीचे जितका जवळ येतो,

तितका

तितका तिज करून विशेष आकर्षिला जातो.

गु ० —, पदार्थाचे चलनास वर्धमानता प्राप्त होण्याचें कारण तुला यथास्थित कळलें नाहीं. पदार्थ पृथ्वीचे संनिध आला, म्हणजे तिचें आकर्षण त्याजवर घडतें यांत संशय नाहीं; परंतु आपण पृथ्वी पासून पदार्थ उंच कितिही ठेविला, तथापि त्या पदार्थावर गुरुत्वाकर्षकत्वाचा भिन्न व्यापार दृष्टीस पडत नाहीं, कांकीं तो पृथ्वीस जवळच आहे.

एके प्रेरणें करून पदार्थाचे अंगीं गति उत्पन्न झाली, आणि ती गति त्याचे अंगीं असतां त्याजवर जेव्हां तीच प्रेरणा घडत जाते, आणि तेणें करून जेव्हां त्याचे गतीचा वेग वाढत जातो, तेव्हां त्याचे अंगीं वर्धमान गति उत्पन्न होते. याच प्रमाणें दगड उंचा वरून पडतांच त्याजवर जर पृथ्वीचे आकर्षणाची एकदांच प्रेरणा होती, तर तितकेच प्रेरणें करून दगड समान् गतीनें भूमीवर पडता; कारण जा पदार्थावर एकदांच प्रेरणा घडली असली तो समान गतीनें चलन पावेल असा मागें सिद्धांत जाला आहे. परंतु दगडावर गुरुत्वाकर्षकत्वाची एकदांच प्रेरणा होऊन पडतो असें नाहीं, तो भूमीस पोहोंचे तों पर्यंत त्याजवर ती प्रेरणा घडत असते. आणि याच सतत प्रेरणें करून पदार्थाचे गतीस क्रमक्षीणता प्राप्त होते.

कृ ०—, यां युक्तिचा तर मला पूर्ण बोध होत नाहीं.

गु ०—, दगड उंच स्थानापासून पडतांच पृथ्वीचे आकर्षकत्वाचा जरी अभाव झाला, तथापि दगडाचें अधोगमन होईल; कांकीं पृथ्वीचे आकर्षणाची प्रेरणा त्या दगडावर प्रथमतः झाली आहे, आणि असें आहे, कीं पदार्थाचे अंगीं एकदां चलन उत्पन्न झालें, आणि त्यास कशाचा प्रतिबंध न झाला, तर तो स्वतां स्थीर राहात नाहीं. अशी जेव्हां अवस्था पदार्थास प्राप्त होते, तेव्हां त्याची गती समान असते; कांकीं जसें त्याचें उर्ध्वगमनाचे वेगास क्षीयमाणता, किंवा वर्धमानता प्राप्त होण्यास कांहीं एक प्रतिबंध नाहीं, तसें त्याचें अधोगमन वर्धमान व्हावयास कशाचा उपाधि राहिला नाहीं.

कृ ०—, ही तर गोष्ट केवळ उघड आहे.

गु ०—, बरें तर म्या सांगितल्या न्यायें करून जा दगडास समगति प्राप्त झाली असतां, तो भूमीस पोहोंचे तों पर्यंत त्याजवर पृथ्वीचे आकर्षणाची प्रेरणा होत चालली, म्हणजे त्याचे समगतीची वर्धमान गति होईल. कां तर दगड पतन पावतांच त्याजवर पृथ्वीचे आकर्षकत्वाची जी प्रेरणा प्रथमतः घडते, तीच प्रेरणा तो दगड भूमीस पोहोंचे तों पर्यंत त्याजवर घडत जाते. यास उदाहरण. दगड पडतांच त्याजवर गुरुत्वाकर्षकत्वाची पहिल्याने ए

कपट प्रेरणा घडते. आणि तेणें करून त्याचे अंगी एक पट पत नवेग येतो. आतां हा वेग त्याचे अंगीं असतां त्याजवर दुसऱ्याने दुसरी एक पट प्रेरणा घडते. आणि तेणें करून त्याचे अंगीं दुसरा एक पट वेग येतो. तेव्हां पहिल्या प्रेरणेचा आणि दुसऱ्या प्रेरणेचा वेग मिळून त्याचे अंगीं दुपट वेग उत्पन्न होतो; आतां हा दुपट वेग त्याचे ठायीं असतांच त्याजवर तिसरी एक प्रेरणा घडते तेव्हां इचा एक पट वेग त्या दुपट वेगांत मिळून त्याचे अंगीं तिपट वेग होतो. याप्रमाणें तो दगड भूमीस पोहोंचे तों पर्यंत घडत जातें.

गो ० — आतां मला आपले कल्पनेचा बोध झाला असा कीं दगडास जो वेग पूर्व प्रेरणें करून होता, त्या प्रेरणांत अन्य प्रेरणा वेग मिळून पहिल्या पेक्षां दगडाचा वेग वृद्धिंगत होत जातो.

गु ० —, होय आतां तुला बोध झाला खरा, आणि खी प्रयोग दर्शनें करून आणि गणितें करून असा निर्णय का दिला आहे, कीं पृथ्वीचे आकर्षकत्वा मुळें उंच स्थाना पासून गुरु पदार्थ पडूं लागला असतां, पहिल्या सेकंदांत सोळा फूट उतरतो. दुसऱ्यांत सोळांचे तिपट उतरतो. तिसऱ्यांत सोळांचे पांच पट उतरतो, चवथ्यांत सोळांचे सात पट उतरतो, आणि याच प्रमाणें तो पदार्थ पडायास जितकीं सेकंदें लागतील तों पर्यंत त्याचे वेगाची

क्रमवृद्धि

क्रमवृद्धि होत जाते.

कृ ०—, तेव्हां दगड वरून खालीं पोहोंचावयास जो काळ लागतो. त्या काळाचें परिगणन केलें ह्मणजे कडयाची उंची अथवा विहिरीची खोली सहजच मोजली जाईल.

गो ०—, आणि म्या श्रवण केलें आहे कीं जुन्नरा कडे जीवधन पर्वत आहे त्याचे कडयावरून दगड टाकिला असतां चार सेकंदांत भूमीवर पडतो; तेव्हां त्या कडयाची उंची तीनशें फूट लांब असावी.

कृ ०—, बरें जर दगड लंबरूप वरता उडविला, तथापि जितका वेळ त्यास पडावयास लागतो तितकाच त्यास चढावयास लागतो काय.

गु ०—, होय तितकाच लागतो; कांतर दगड उडत असतां त्याचा वेग जसा पृथ्वीचे आकर्षणें करून उणा होत जातो तसाच तो पडत असतां, त्याच आकर्षणाचे प्रेरणें करून त्याचे वेगाची वृद्धि होत जाते.

गो ०—, तेव्हां मला वाटतें कीं त्याचे उड्डान वेगापेक्षां त्याचा पतन वेग विशेष असावा.

गु ०—, विशेष कोठून असेल; कां की दगडास जें उड्डाण प्राप्त झालें, त्यास पृथ्वीचें आकर्षकत्व नाहीं सें करून टाकितें.

नंतर

नंतर तो दगड भूमीवर पडतो.

गो०—, दगडास वर उडवितां त्याचे अंगी उड्डान शक्ति उत्पन्न होते. आणि पृथ्वीचे आकर्षणा पासून त्याचे अंगीं पतन प्रावण्य उत्पन्न होतें, परंतु उड्डान शक्ति आणि पतन प्रावण्य हीं दोन समतुल्य नसतील, कारण कीं पृथ्वीची आकर्षकशक्ति एकसारिखीच राहाते, आणि दगडास जी उड्डान शक्ति प्राप्त होते ती विशेष किंवा उणी असते; ह्मणजे कोणे समयीं मी दगडास हळू वर उडवितों, आणि कोणे समयीं बळानें वर उडवितो.

गु०—, जर तूं हळू वर उडविलेंस तर तो उंच जाणार नाहीं, आणि पृथ्वीची आकर्षक शक्ति त्यास लौकर खालीं पाडील; परंतु जर बळें करून उडविलें तर फार उंच जाईल, आणि पृथ्वीची आकर्षकशक्ति त्यास केवळ लौकर पाडणार नाहीं. दगड सोळा फुट उंच जाईल इतक्या बळानें जर उडविला, तर त्यास पडावयास एक सेकंद लागेल. आतां प्रयोग दर्शनद्वारा असा निर्णय ठरविला आहे. कीं जा प्रेरणे करून दगड सोळा फुट वर उडाला जाईल, ती प्रेरणा त्या दगडास तितकें उंच एका सेकंदांत उडवील; तेव्हां या वरून असें सिद्ध होतें, कीं पदार्थास उडावयास जितका वेळ लागतो, तितकाच त्यास पडायास लागतो. आणखी दगड जितका उंच उडावयाचा आहे

तितकी

तितकी त्याजवर प्रेरणा घडली पाहिजे. सारांश दगडास वर उडवितां त्याचे अंगीं जी उड्डान शक्ति उत्पन्न होते, ती आणि पृथ्वीचे आकर्षणा पासून जें त्याचे अंगीं पतन प्रावण्य उत्पन्न होतें तें, हीं दोन सर्वदा समान होत; आणि पदार्थ केवढा ही उंच उडो, तथापि हीं दोन एक मेकास जिंकण्या विषयीं तुल्य असतात.

पदार्थाचे अंगीं चालकत्व आहे त्याचें व्याख्यान मी तुज प्रति आतां करितों. जड पदार्थाचे अंगीं चलन असतां तो दुसऱ्या पदार्थाशीं जर भेटला, तर त्यास धक्का मारून त्याचे ठायीं चलन निर्माण करितो, अशी पदार्थाचे अंगीं जी शक्ति तीस चालकत्व ह्मणावें. (पदार्थाचे वेगानें गुणलेला जो पदार्थाचा मरुत्यंश) ह्मणजे पदार्थाचा भार आणि वेग, हीं दोन मिळून त्याचे अंगीं चालकत्व उत्पन्न होतें.

गो०—, पदार्थाचे अंगीं चालकत्व उत्पन्न व्हावयास आपण सांगितलें तेंच कारण असावें, कां कीं पदार्थाचे अंगीं चलन जितकें विशेष, तितका दुसरे पदार्थास तो विशेष धक्का मारितो.

रू०—, असें जा पेक्षां आहे, त्या पेक्षां लघु पदार्थाचे अंगीं जर विशेष चलन असलें, तर गुरु पदार्था पेक्षां त्याचे अंगीं चालकत्व विशेष उत्पन्न होईल. यास दृष्टांत, दगड हातानें उडवावा त्या पेक्षां धनुष्या पासून तीर सुटतो. त्याचे ठायीं धक्का मारण्याचें

ण्याचें सामर्थ्य विशेष उत्पन्न होईल.

गो ०—, आणखी आपणास व्यवहारा वरून कळतें. कीं जो पदार्थ गुरू त्याचा विशेष धक्का बसतो; ह्मणून आपण सांगितलें कीं पदार्थाचा भार आणि वेग मिळून पदार्थाचे अंगीं चालकत्व उत्पन्न होतें, ही प्रसिद्ध गोष्ट होय; परंतु पदार्थाचा प्रकृत्यंश त्याचे वेगाने गुणावा, हें मला कळलें नाहीं मला वाटतें कीं या दोहों कारणांची मेळवणी करावी.

गु ०—, प्रयोग दर्शन द्वारा असा प्रत्यय आला आहे कीं, जा पदार्थाचे अंगीं तिपट भार, आणि ज्याचा चलन वेग ही तिपट, त्याचे अंगी नऊपट चालकत्व उत्पन्न होतें; परंतु तुझी वचना प्रमाणें त्या भाराची आणि वेगाची जर मेळवणी केली, आणि गुणाकार न केला, तर साहापट मात्र चालकत्व उत्पन्न व्हावें असें प्राप्त होईल. यंत्र शास्त्राचे जे मुख्य मुख्य विषय त्यांतील चालकत्व हा एक विषय होय, ह्मणून याचें आख्येस्वें त्वां दृढ स्मरण धरावें; आणि तुला असें कळूं लागेल, कीं यंत्राचे अंगीं जडत्व जन्य प्रतिरोधकत्व आहे, त्याचे दूरीकरणार्थ आपण हस्तें करून किंवा अन्य पदार्थें करून जेव्हां यंत्राचे ठायीं चलन उत्पन्न करावें, तेव्हांच त्याचे अंगीं कोणी एकव्यापारिता निर्माण होते.

पदार्थापासून

पदार्थापासून प्रत्याघात म्हणून घडतो तोही एकचलनाचा नियम आहे, आणि त्याचें मी तुज प्रति आतां व्याख्यान करितों. पदार्थ जेव्हां चलन विशिष्ट आहे तेव्हां तो दुसऱ्या स्थीर पदार्थाशीं जर भेटला, तर त्यास धक्का मारितो; परंतु स्थिर पदार्थास जितका धक्का बसला तितकाच त्या पासून चलन विशिष्ट पदार्थास बसतो. अथवा शास्त्र संप्रदायानें बोलिलें असतां असें होतें, कीं आघात आणि प्रत्याघात समान आणि परस्पर सम्मुख मार्गांत घडतात.

गो०—, एक पदार्थ दुसरे पदार्थावर जितक्या बळानें प्रहार करितो, तितक्याच बळानें तो दुसरा पदार्थ त्या पहिले पदार्थावर उलटा प्रहार करितो, असाच आपले वचनाचा अभिप्राय काय.

गु०—, होय तसाच.

ल०—, परंतु एके मनुष्यानें कोणाचे तोंडावर बुकी मारली, तर जितकी वेदना तोंडास होते, तितकी मारणाराचे हातास होत नाहीं हें कसें.

गु०—, तें असें आहे, कीं मुखाचे ठायीं जितकी चेतना तितकी बोटाचे पेरांस नाहीं, म्हणून एकास वेधना विशेष आणि एकास अल्प. परंतु दोहों पासून जे परस्परांवर आघा

त

त घडतात ते समानच आहेत.



हे दोन हस्तिदंत गोळे दोरीस टांगलेले आहेत. यांतून (य) गोळा कांहींसा एकीकडे सरकवून सोडून दिला असतां (ब) गोळ्यावर बसतो, आणि आपण जितका एकीकडेस झाला होता तितकें (ब) ला उडवून आपण उगा राहातो, कांतर जेव्हां त्याने (ब) ला धक्का मारून उडविलें तेव्हां (ब) ने ही उलटून त्यास धक्का मारिला. तेणें करून त्याचे अंगीं जें चलन उत्पन्न झालें होतें, त्याचा लोप होऊन तो उगाच राहिला.

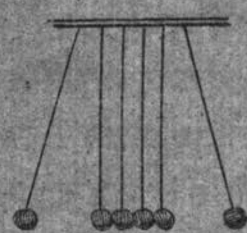
कृ ०—, (ब) गोळ्याने (य) गोळ्यास धक्का मारिला, ह्मणून (य) चे चलनाचा लोप झाला असें नाहीं, परंतु मला वाटतें कीं (य) चें अवघेंच चलन (ब) लागलें, यास्तव (य) चे चलनाचा लोप झाला

गु ०—, चलन विशिष्ट पदार्थ दुसरे पदार्थास धक्का मारितो, आणि तेणें करून जितकें त्याचें चलन उणें होतें, तितकें धक्का बसलेल्या पदार्थास जातें असा तुझे बोलण्याचा आशय तो खराच आहे परंतु ज्या पदार्थास धक्का बसतो, त्याचे प्रत्याघातें करून चलन विशिष्ट पदार्थाचे चलनाचा लो

प

प होतो.

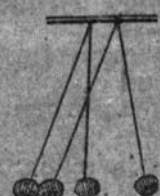
हे साहा हस्तिदंती गोळे एके ओ ळीने परस्पर संलग्न टांगिले आ हेत. यांतील पहिल्यास काहींसें एकीकडे करून दुसरे गोळ्याव र सोडून दिलें, तर कोणता ही गोळा न उडतां त्या ओळीचा शे



वटील गोळा पहिले गोळ्या इतका उडतो, याचें कारण तुह्मांने सांगवेल ना?

गो ०—, सांगवेल. असें तर मला वाटतें, परंतु आपण पाहावें. प हिले गोळ्याने दुसऱ्यावर धक्का मारितांच, दुसऱ्यांने ही पहिल्या स धक्का मारिला, तेणें करून पहिल्याचे चलनाचा लोप झाला. आतां दुसरा गोळा चलन विशिष्ट होतां आपले दृष्टीस पडला नाही, तथापि त्याने तिसऱ्यास धक्का मारिला, आणि त्याचे प्र त्याघातें करून दुसरा स्थिर राहिला, याच प्रमाणें दुसऱ्यांच्या व्यापार घडून शेवटील जो गोळा त्याजवर धक्का बसतो, त्या स कोणाचा पुढें प्रतिबंध नाही ह्मणून तो उडतो.

गु ०—, त्वां तर उत्तम प्रकारें उपपादन केलें; परंतु पाहा, ह स्तिदंती गोळ्या सारिखे जेव्हां नियताकार पदार्थ असतात, तेंव्हांच



तेव्हांच त्यां निवेदन केलेलीं कार्यें दृष्टीस पडतात. आणि हे दोन मृत्तिकेचे गोळे आहेत हे नियताकार नव्हेत, ह्मणून यां पासून काहीं भिन्न कार्य करूं येईल. यांतील (ड) गोळा काहींसा मागें करून (ई) वर सोडून दिला असतां (ड) चें काहींसें चलन (ई) ला जाईल, आणि ते दोघे जितका (ड) मागें गेला, तितके पुढें उडणार नाहींत; परंतु दोघे बरोबरच काहींसे उडतील. कांकीं त्यां गोळ्यांचे ठायीं नियताकारत्वाचा अभाव आहे, ह्मणून आघात आणि प्रत्याघात यांची वृद्धि होत नाहीं.

किति एकांस सृष्टीचे ठायीं प्रत्याघात किती उपयोगी पडत आहे हें पाहा! पक्ष्यादिक उड्डान करूं लागले असतां आपले पंखें करून वायूवर आघात करितात, मग वायूपासून प्रत्याघात उत्पन्न होतो तेणें करून त्याचानें उडवतें.

गो०— मला असें कळलें होतें, कीं पक्ष्यानें आपले पंख विस्तीर्ण केले असतां तो वायू पेक्षां काहीं हलका होत असेल, तेणें करून त्याचानें उडवत असेल.

गु ०—, पांखरूं आपला पांख जेव्हां पसरितें, तेव्हां तें वायूकरून बऱ्या प्रकारें झेललें मात्र जातें, कारण कीं ते पाखरूंदकेले असतां त्यांचे खालीं अधिक वायू राहातो; परंतु जर ते पाख निरंतर हालवित न गेलें, तर तें पतन पावेल. यास्तवकीं तें वायूपेक्षां जड होय; आणि पक्षी आपले कोंट्यावर तलपतो, तेसमयीं आपले पांख निरंतर हालवितो तुलाही दिसला असेल. पक्ष्यांचे शरीराचा जितका भार आहे, तितके बळानें ते आपल्या पांखें करून वायूवर जेव्हां आघात करितात, तेव्हां वायू पासून प्रत्याघात उत्पन्न होऊन त्या पक्ष्याचे शरीराचे भारास सांभाळून धरितो. आणि तेणें करून तो पक्षी झेलला जातो. पक्षी झेलला जावयास आपल्या पंखानें जो प्रहार करितो, त्या प्रहारापेक्षां वायूस विशेष प्रहार जर झाला, तर वायूचा प्रत्याघात त्यास वर उडवितो; वायूस उणा प्रहार जर झाला, तर तो हळू हळू खालीं उतरत जातो, आणि गोंवी पक्षी आपले पंख पसरून, काहीं वेळ निश्चळपणें राहून, झटकण आपले कोट्यांत जातो असें त्वांही पाहिलें असेल.

गो ०—, होय महाराज आहाहा, प्रत्याघाता पासून किती अपूर्व कर्में उत्पन्न होतात! बरें उड्डान जर यांत्रिक कर्म आहे.

तर

तर आपण मनुष्यें आपले शरिराचे महत्ता प्रमाणें पांख कां करीत नाहीं, आणि त्यांस आपले खांद्यास बसवून हाता नी हालवून वायूंत कां उडत नाहीं ?

गु ०—, असे प्रयत्नकरून बहुत वेळां पाहिले, परंतु एकदां ही सिद्धीस गेले नाहींत; तेव्हां शेवटीं असें मानिलें आहे, कीं उड्डान करणें, हें मनुष्यास असाध्य होय. पक्ष्यांचें महत्वापेक्षां त्यांचे अंगीं बाहुबळ विशेष, त्याप्रमाणें मनुष्याचें ठायीं नाही; यास्तव आपणास उडतां येईल इतके मोटे आपण जर पांख केले, तर त्यांस हालवावयास आपले अंगी बळ नाहीं.

गो ०—, परंतु महाराज, पक्षी उडतानां पांख खालीं वर करिती, तेव्हां त्याचे पंखांचा आघात वायूवर दोहीं कडे घडत जातो, आणि या वरून असें सिद्ध होतें, कीं त्याचे पाखावर दोहीं कडे वायूचे दोन प्रत्याघात उत्पन्न होतात; तेव्हां या दोहीं प्रत्याघाताच्या परस्पर विरुद्धव्यापार घडून पक्ष्याचे उड्डानास प्रतिबंध होईल. ?

गु ०—, पक्षी उडत असतां आपल्या पाखांस प्रसृत करून वायूचे खालील अंगास प्रहार करिती, आणि त्याच कारणानें तो वर उड्डान पावतो; परंतु तोजर पाखांस प्रसृत

करून

करून उंच करितात, तर वायूचे वरील अंगास त्याचा आघात होतो, आणि वायूचा प्रत्याघात होऊन त्या पक्ष्यास खालीं उतरवितो. आतां त्याचे उड्डानास काहीं प्रतिबंध न व्हावा, ह्मणून तो पांख उंच करिते समयीं त्यांस संकुचित करितो, आणि पुन्हा विस्तृत करून वायूचे खालील अंगास प्रहार करितो.

गो ०—, यावरून माझे लक्ष्यांत असें येतें, कीं वायूस आघात करावयास पक्षी आपले पांखास विस्तृत करितो, आणि वायूचा प्रत्याघात त्यास पुढें लोटीत जातो आतां पुन्हाही वायूस प्रहार करावा, ह्मणून त्यांस तो संकुचित करितो मग त्यास जिकडे उड्डान करावयाचें असेल तिकडे तो करितो. मत्स्यही याच न्यायें करून पोहोत असतील.

गु ०—, होय पक्ष्याच प्रमाणें मत्स्य आपले पांखांस व्यापारितात; आणि मनुष्य पोहोंते समयीं आपले हाताने जलास तोडितो, जलापासून प्रत्याघात होऊन तो पुढें पुढें लोटला जातो, आणि जलाची विरुद्ध प्रत्याघात उणा व्हावा, ह्मणून आपले हात जलांतून तिर्कस करून काढितो, आणि पाण्यावर वल्हें मारते समयीं पाण्याचे पुढल्या अंगाचा प्रत्याघात त्या वल्ह्यास न व्हावा ह्मणून त्यास पाण्यांतल्या

पाण्यांत मारित नाहींत, परंतु वर तिर्कस काढून मारितात.

कृ० ०—, जितके नियताकार पदार्थ आपण मला पूर्वी सांगितले, त्यां पेक्षां दुसरे कोण कोणते आहेत त्यांचें मज प्रति आतां कथन करावें.

गु० ०—, म्या वायूचें तुज प्रति वर्णन करितां नियताकारत्वाची अशी व्याख्या केली, कीं पदार्थास संकुचित केलें असतां जा धर्मे करून तो आपला पूर्व आकार धारण करितो, त्या धर्मास नियताकारत्व ह्मणावें. उदाहरण, वेतास वांकवून सोडून दिलें असतां तत्काळीं पहिल्या सारिखा होतो; सुजेस बोटानें चापून तेथून बोट काढितांच तें मांस पहिल्या सारिखें होतें, आणि चेपण्याची खुण काहीं राहात नाहीं. असें कार्य होण्याचें जें कारण तें नियताकारत्व होय. सर्व पदार्थांपेक्षां वायूचे ठायीं नियताकारत्वाचें फार प्राबल्य आहे, याकरितां वायूस नियताकार प्रवाही असें ह्मणतात. कठीण पदार्थही काहींसे नियताकार आहेत; दोन हस्तिदंताचे गोळे अ अथवा धातुचे गोळे घेऊन एकावर एक मारिले, तर जेथें त्यांचा आघात होतो तें अंग सपाट होतें; परंतु त्यांचे अंगीं नियताकारत्व, ह्मणून तत्काळींच ते पूर्वाकार धरितात.

गो०

गो ०—, आह्मी हस्तिदंती मोठ्या गोळ्या खेळतां गोटी गोटीस ताडिते, परंतु त्यां गोटयास जेथें टोला बसतो तेथें काहीं खुण राहात नाहीं.

गु ०—, खुण राहात नाहीं असें ह्मणू नको; तुला ती दिसत नाहीं, कां तर त्या गोटीचे अंगींचें नियताकारत्व त्या खुणेस अत्यंत त्वरेने नाहींसें करितें.

चिखल, माती, मेण, लोणी इत्यादिक जे मृदु पदार्थ, त्यांचे ठायीं थोडकें नियताकारत्व राहातें, ह्मणून त्यांस प्रहार केला असतां चिन्ह राहातें. सर्व पदार्थी पेक्षां प्रवाही पदार्थीचे ठायीं अत्यंत थोडें नियताकारत्व राहातें.

क्र ०—, जर चिखल नियताकार असता, तर त्याजवरून पाउलें उचलितांच पाउलाचे चिन्हाचा लोप होत जाता. बरें महाराज, असें नियताकारत्व कशापासून होतें ?

गु ०—, नियताकाराचे उत्पत्ति कारणाविषयीं नाना मतें आहेत, आणि त्यांतील कोणतें मत खरें, हा निवाडा करावयास मी समर्थ नाहीं. परंतु मला असा सिद्धांत वाटत आहे, कीं नियताकारत्व संकोच्यत्व दाखवितें, आणि तें संकोच्यत्व पदार्थाचे अंगींची जी सछिद्रता तीचे आश्रयानें राहातें; कारण कीं जा पदार्थाचे अवयवांचे ठायीं छिद्रें

किंवा

किंवा अवकाश जर नसता, तर त्या पदार्थाचे अंगीं संकोच्यत्वाचा अभाव असता.

गो ०—, ह्मणजे पदार्थांचे अवयव जर अत्यंत घट्ट मिळाले असते तर पदार्थ दाबला न जाता, असाच आपले बोलण्याचा अभिप्राय काय ?

कृ ०—, तेव्हां या अभिप्रायावरून असेंही सिद्ध होतें, कीं जां पदार्थांचे अवयव परस्परांपासून दूर ते पदार्थ अत्यंत संकोच्य, आणि संकोच्य यामुळें अत्यंत नियताकार; आणखी वायूची ही हीच अवस्था, कांकीं मला वाटतें सर्व पदार्थांपेक्षां वायूचे अंगीं अत्यंत थोडें दार्ढ्य आहे.

गु ०—, वायूचे अवस्थेवरून नियताकारत्वाचे उत्पत्ति कारणाच्या त्वां जो नियम केला, तो केवळ निर्विवाद नव्हे; यास्तव कीं प्रवाह्यांपेक्षां कठीण पदार्थ अत्यंत सदार्ढ्य असतां पदार्थांचे ठायीं नियताकारत्व नांदत असतें, परंतु शिथिलावयव पदार्थांचे ठायीं नियताकारत्वाचा केवळ लेश राहातो, यावरून असें जाणावें, कीं नियताकारत्वाचा अर्थ संकोच्यत्व केवळ होय असें नव्हे, परंतु संकोच्यत्व समानाधिकरण जी पूर्वाकारप्रवणता, तीसच नियताकारत्व ह्मणावें.

गो० —, परंतु महाराज, हस्तिदंत आणि धातु यांचे ठायीं तर छिद्रें नाहींत तेव्हां हे संकोच्य कशा कशावरून ह्मणावें ?

गु० —, हस्तिदंत आणि धातु इत्यादिकोंचे अंगीं जीं छिद्रें आहेत, तीं उपनेत्र साहित्या वांचून आपले दृष्टीस गोचर नव्हेत ह्मणून त्या पदार्थांचे अंगीं छिद्रें नाहींत असा निश्चय करूं नये, कांतर सर्व पदार्थां पेक्षां सोनें अत्यंत सदाढ्य असतां तें ही अत्यंत सछिद्र, आणि त्याचीं छिद्रें इतकीं मोठीं कीं जांत - पाणी राही असा एक सुवर्ण गोळ घेऊन, त्या मध्यें घातलेल्या जलास मळसूत्रें करून दाबिलें, तर तें जल त्या गोळा मधून बाहेर निघेल.

कृ० —, जा पेक्षां सुवर्णा मधून जल बाहेर निघतें, त्या पेक्षां सुवर्णाचे अंगीं छिद्रें निश्चय असावीं, आणि तीं छिद्रें त्या पाण्यास बाहेर पडावयास मार्ग होत, आणि सुवर्ण इतकें सछिद्र तेव्हां जे पदार्थ सोन्या पेक्षां अत्यंत स्वल्प सदाढ्य ते सछिद्र असतील यांत नवल काय.

गु० —, सछिद्रते विषयीं पदार्थांत इतकाच भेद, कीं कित्येक पदार्थ बृहछिद्र, आणि किती एक पदार्थ क्षुद्रछिद्र. सांदण माड, ताड, इत्यादिक झाडाचे गीर यांचे ठायीं मोठ मोठीं छिद्रें असतात. लांकुड दगड इत्यादिकोंवर गुळ गुळीत केलीं

ळीं नाहींत, तोंवर त्यांचे अंगीचीं छिद्रें बहुत करून आपले द ष्टीस पडतात; परंतु हस्ति दंत धातु, आणि जे पदार्थ रंगलेले आ णि गुळगुळीत केलेले, त्यांचे अंगींचीं छिद्रें आपणास दिसत नाहींत पदार्थांचे सछिद्रतेचें तुला पूर्ण ज्ञान व्हावें, सछिद्रते वि षयीं ऐजाक नुतन साहेबाची कल्पना श्रवण कर. तो असें अ नुमानें करून बोलिला आहे, कीं पृथ्वी निःछिद्र होई असें जर तिला संकुचित केलें, तर तिचें महत्व चौरस इंचा इतकें होई ल.

गो०—आहाहा, कितीही विपरीत कल्पना! ऐजाक नुतन सा हेब आकर्षकत्व मताचा उत्पन्न कर्ता होता, ह्मणून त्याचें असें अनुमान शोभलें गेलें, नाहीं तर मी त्याची उपहास्यता केली असती. त्याणें ह्मटलें आहे तितकेंच जर पृथ्वीचें महत्व वस्तुतः असतें, तर आपणास शिक्षा माय अल्पत्व आलें असतें,

गु०—मनुष्याचे आकृत्यनुरूप त्यास अल्पत्व किंवा मह त्व येत नाहीं. असेंच जर होत असतें, तर आपणास शिक्षा वत् अल्पत्व निश्चय येतें; आणखी ऐजाक नुतनाचें शरीर अल्पत्वानें त्याची बुद्धि संकोचित नव्हती कळलें.

छ०—बरें आतां त्या गोष्टी एकीकडे ठेवा, परंतु असा वि

चार

र करा, कीं अग्नि पदार्थांचीं छिद्रें उघडी ठेवितो, आणि वि
स्तीर्ण करितो येणें करून फार उत्तम झालें, नाहीं तर एकट्या
आकर्षकत्वानें आपणास आवळून इतकें लाहान केलें अस
तें, कीं आपणास मुंग्यांचे बिळांत राहाण्याची योग्यता आली
असती.

गु ०—, आतां प्रत्याघाताचें मी आणखी विवेचन करितों
श्रवण करा. प्रत्याघात आघात विरुद्ध आहे. ह्मणून त्यापासू
न परावृत्तिचलन उत्पन्न होतें. जर भिंतीवर चेंडू मारिला त
र तो उलटून मागें उडतो, तो चेंडू मागें उडण्यास भिंतीचा प्र
त्याघात कारण होय, आणि त्या मागें उडण्यास परावृत्तिचल
न ह्मणतात.

रू ०—, लोंकरीनें किंवा कोंड्यानें भरले चेंडू पेक्षां, वायूनें भर
ला चेंडू भूमीवर मारिला असतां कां अधिक उडतो, हें म
ला आतां कळूं लागलें. त्या चेंडूंत जो वायू संकुचित होऊन
राहिला असतो त्याचे अंगीं स्थितिस्थापकत्व विशेष, ह्मणून
त्याजवर विशेष प्रत्याघात उत्पन्न होतो, आणि तो प्रत्याघात
आणि चेंडू मारितां जो आघात पडला यांची वृद्धि होते.

गो ०—, आणि म्या असें पाहिलें आहे, कीं दगड भिंतीवर नीट
उडविला ह्मणजे तो उलटून मागें नीट येतो, आणि तिर्कस

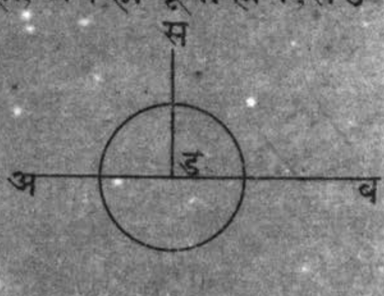
उडविला

उडविला असतां मागें येते समयीं काहींसा उंच उडतो. आणि झेलावयास सोपडतो.

गु ०—, भिंतीवर नीट उडविला असें ह्मणूं नको. लंबरूप उडविला असें ह्मणत जा. कांकीं अनेक रूपांच्या वांकडया नव्हेत अशाजा रेषा, त्यां सर्व रेषा नीट असें ह्मणतात. यास्तव तिर्कस रेघ नीट आहे. आणि लंबही नीट आहे. आतां जी रेघ लंब आहे तिजकडेसच लंब रेघ असत्ये; ह्मणजे त्या लंबरेघेचा झोंक इकडे किंवा तिकडे नसतो. परंतु त्या रेघेचे सर्वकडे समान कोण होतील असा तिचा झोंक असतो. बरें कोण ह्मणून काय आहे हें तुला समजतें ना?

गो ०—, होय दोन रेघा एके बिंदूंत मिळाल्या ह्मणजे कोण होतो.

गु ०—, बरें तर ही आकृति पाहा, अब ही भूमी होय, सडया रेघेंत गोळा त्या भूमीवर आला ह्मणजे सड ही रेघ अबरेघेशी मिळून दोन कोण होतात: आणि हे दोन्ही कोण समान् आहेत.



रू ०—, जां कोणाची रेघांची

लांबी

लांबी समान नाहीं. ते कोण समान कसे होतील.

गु०—, रेघांचे लांबीवरून कोणास समविषम असें ह्मणत नाहीं. परंतु त्यांरेघांत जो अवकाश असतो. त्यावरून कोणास समकोण किंवा विषमकोण किंवा जसें ह्मणावयाचें असेल तसें ह्मणतात.

कृ०—, परंतु रेघा जितक्यालांब. तितका त्यांत अवकाश विशेष असावा.

गु०—, कर्कोटक घेऊन या कोन बिंदूस मध्य करून या कोना भोवतें एक वर्तुळ काढ.

कृ०—, कर्कोटक केवढा रुंद उघडूं.

गु०—, तुला जेवढें मोटें वर्तुळ व्हावें. तेवढें होई. आणि जो कोन मोजावयाचा आहे त्याचा दोन रेघा कापल्या जात. एवढा रुंद उघड. वर्तुळाचें महत्व कसेंही असो, तथापि त्यावर्तुळाचे तीनशें साठ भाग करितात, आणि त्यां भागांस अंश अशी संज्ञा होय. आतां कोनांत जो अवकाश राहिला. तो एक वर्तुळाचा खंड आहे. ह्मणून त्या अवकाशांत त्यावर्तुळाचे किति एक अंश असले पाहिजेत. कोन जितका मोठा तितके त्यांत अंश अधीक. आणि दोन्ही कोणांत एक सारिखे अंश जेव्हां असतात.

तेव्हा

तेव्हां त्यांस समान कोण ह्मणतात.

कृ ०—, आतां मला कोणाचा बोध झाला. कोणाचे रेघांत जित का अवकाश तितकें कोणाचें महत्व, त्या पेक्षां कोणाचे महत्वाचा निश्चय त्याचे अवकाशावरून होतो, त्याचे रेघांचे लांबीवरून होत नाहीं.

गु ०—, तुला तर कोणाचे महत्वाचें यथास्थित ज्ञान झालें. आतां जशी म्या मागें कोणाची आकृति काढून दाखविली, त्या प्रमाणें एक लंबरेघ दुसऱ्या रेघेवर येऊन दोन कोण झाले, तर त्यां कोणांत किती अंश असतील हें तुझ्यानें सांगेवलना ?

कृ ०—, मला प्रथमतः कर्कोटकाचें एक टोंक कोण बिंदूवर ठेवून, त्या कोणा भोंवतें वर्तुळ काढूं द्या, ह्मणजे तुमच्या प्रश्नाचें माझ्यानें प्रत्युत्तर करवेल. ते दोन कोण अर्धवर्तुळा इतके झाले, ह्मणजे त्या प्रतिकोणांत नव्वद अंश असावे, कांकीं ३६० तीनशेंसाठ अंशाचा चतुर्थांश नव्वद ९० अंश होत.

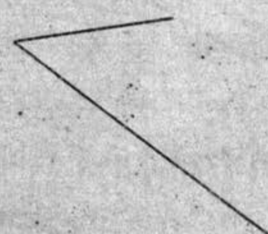
गु ०—, ज्या कोणांत नव्वद ९० अंश त्यास काटकोण ह्मणतात, आणि जेव्हां एक लंबरेघ दुसरे रेघेवर असते, तेव्हां त्या रेघेचे दोन्ही कडेस काटकोण होतात. मागील पहिली आ

कृति

कृति पाहा.

जा कोणांत नव्वद ९० अंशां पेक्षां अधिक अंश असतात, त्यां कोणास विशाल कोण ह्मणतात. (ही आकृति पाहा) आणि जा कोणाचे अंश नव्वद ९० अंशां पेक्षां उणें, त्या कोणास लघु कोण अशी संज्ञा होय दुसरी- आकृति पाहा.



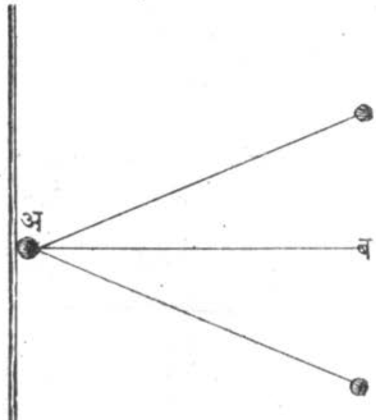


गो०—, या चतुष्कोण पाटाचे कोण काटकोण आहेत, आणि त्या अष्टकोण चौरंगाचे कोण विशाल कोण आहेत; आणि जा शा स्त्रांस टोंकी असतात त्यां शस्त्रांस लघु कोण आहेत.

गु०—, चांगलें उदाहरण दिल्हेंस. बरें असो तूं मागें बोलिलास, कीं गोळा भिंतीवर तिर्कस उडविला असतां तो भिंती पासून मागें तिर्कस उडत नाहीं, या वाक्याचें आतां विवेचन करितों; ह्मणून त्यां भिंतीवर दगड लंबरूप कधीं उडविला आहेस. किंवा नाहीं हें मला सांग.

गो ०—, म्या अनेक वेळ उडविला आहे; आणि असें घडतें, कीं जेव्हां भिंतीवर दगड लंबरूप उडवावा, तेव्हां तो तिज पासून लंबरूप मागें उडतो; परंतु तिर्कस उडविला असतां तो तिज पासून तिर्कस मागें उडतो; आणि त्याल्या दगडाचे अशा तिर्कस उड्डानाहीं करून कोण उत्पन्न होतो. भिंतीवर त्या गोळ्यास जेथें स्पर्श झाला, तें स्थान त्या कोणाचें बिंदु होय आणखी मला असें आढळलें आहे, कीं भिंतीवर दगड जितका तिर्कस उडवावा, तितका तो दगड तिज पासून तिर्कस मागें उडतो:- आणि दगड भिंतीवर मारला असतां तो कोणी कडेस उडेल. हें या न्यायें करून मला यथास्थित कळूं येतें.

गु ०—, फार उत्तम. या आकृतीस पाहा. अ.ही रेघ भिंत आहे, या भिंतीवर दगड तिर्कस उडवून त्या दगडाचा ब स्थानीं स्पर्श झाला; आतां ब पासून स लंब सोडला, तर त्या लंबें करून दगडाचे उड्डाना पासून जो कोण उत्पन्न झाला, त्या कोणाचा विभाग होईल. ह्मणजे दो



न कोण होतील.

एका कोणें करून दगड भिंतीवर उडताना जी तिर्कस रेघ उत्पन्न झाली तिचा बोध होतो. आणि दुसऱ्या कोणें करून भिंती पासून दगड मागें उडतां जी तिर्कस रेघ उपजली ती कळून येते; पहिल्या कोणास पतन कोण, आणि दुसऱ्या कोणास परावर्तन कोण, अशा संज्ञा आहेत. हे दोन्हीं कोण सर्वदा समान असतात.

गो ०—, भिंतीवर दगड तिर्कस उडविला असतो तो तिज पासून मागें तिर्कस उडतो. आणि त्या पासून पतन कोण आणि परावर्तन कोण हे दोन्ही समान घडतात. यास आपण सांगतां हेंच कारण असावें.

गु ०—, होय तेंच कारण आहे; आणि तुला असें कळून येईल, कीं दगड भिंतीवर जितका तिर्कस उडवावा, तितका तो जिज पासून तिर्कस मागें उडतो.

आतां या संवादाचा उपसंहार करावा; कांकीं दुसरे संवादाचे ठायीं या प्रकरणाचें आणखी विवेचन करावयाचें आहे.

इति तृतीयः संवादः

अथ चतुर्थ संवाद मिश्र चलना विषयीं

यासंवादांत, मिश्रचलन जें दोहों विरुद्ध प्रेरणाचें फळ वर्तुळाकारगति, जें दोहों प्रेरणाचें फळ आहे, जां दोहों प्रेरणांतील एक प्रेरणा पदार्थातें ध्रुवाकडे वोढलें ठेविते, — चलन मध्य, तोच कीं जास्थाना भोंवते पदार्थाचे दुसरें भाग चलन विशिष्ट असतां जेंस्थानस्थीर राहातें. — महत्व मध्य, ह्मणजे पदार्थाचा मध्य भाग. ध्रुवाकृष्टिप्रेरणा. जी प्रेरणा भ्राम्यमाण पदार्थातें स्थीर आणि मध्यस्थान जें त्याकडे वोढलें ठेविते ती. ध्रुवोत्सृष्टिप्रेरणा, भ्राम्यमाण पदार्थातें जी प्रेरणा ध्रुवा पासून उडवावयास पाहाते ती. — तरंगभंगाकृत्यनुरूप पदार्थपतन. — गुरुत्वमध्य ह्मणजे भाराचा मध्य, किंवा जा स्थाना भोंवते पदार्थाचे अवयव. परस्परांस तोलून धरितात तें. यां सर्वांचें निरूपण केलें आहे.

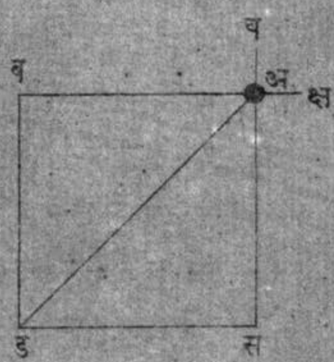
गु ०—, अरे कृष्णा, आतां मी तुज प्रति मिश्रचलनाचें स्वरूप कथन करितों. एक्या प्रेरणें करून पदार्थ मागें लोटला जाईल. आणि दुसरीनें पुढें लोटेल, अशा दोन समान प्रेरणा

एक्या

एक्या पदार्थावर एकेसमयींच घडल्या, तरतो पदार्थ कोणीकडेस चलन पावेल ?

कृ०—, पदार्थ जितका मागें लोटेल तितकाच पुढें लोटेल, अशा दोन प्रेरणा पदार्थावर घडल्या असतां, त्याचे अंगीं चलन च उत्पन्न होणार नाहीं.

गु०—, त्वां यथास्थित सांगितलें, परंतु ज्या दोन रेघा एकमेकीकडे तिर्कस होऊन नव्वद अंशांच्या कोण करितात, त्या रेषानुरूप अ गोळ्यावर क्ष आणि व या दोन समान प्रेरणा घडल्या असतां, तो गोळा चलन पावेल की नाहीं. ही आकृति पाहा.



कृ०—, क्ष प्रेरणा त्या गोळ्यास बकडे उडवील आणि व प्रेरणा त्यास सकडे उडवील; परंतु या दोन्हीं प्रेरणांच्या क्रिया समान दिसतात, ह्मणून कोणती प्रेरणा त्या गोळ्यास लोटील हें कळत नाहीं. पाहिलें असतां तो गोळा चलन पावावा, कांकी त्या दोन्हीं प्रेरणांच्या क्रिया ज्या पेक्षां परस्पर वि

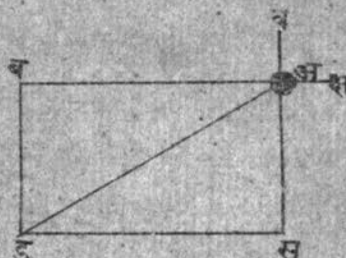
रुद्ध नाहींत, त्यापेक्षां क्रियांचानें परस्परांच्या विरुद्ध करवणार नाहीं

गु०—, चांगलें उत्तर केलें. आतां ती गोळा कोणतेही प्रेरणेचे झोंका प्रमाणें चलन पावणार नाहीं, परंतु त्यां दोहों प्रेरणांचे मध्यें जी रेषा आहे त्यारेषानुरूप ती चलन पावेल, आणि क्ष प्रेरणेनें त्यास लोटलें असतां ब कडेस पाहोंचावयास, आणि व प्रेरणेनें लोटलें असतां स कडेस जावयास जितका वेळ लागेल, तितकांच वेळ त्यास ड कडेस जावयास लागेल. आणखी बला आणि सला मिळतील अशा दोन रेषा जर ड पासून काढल्या, तर चौकोन उत्पन्न होतो आणि त्या चौकोनांत जी तिर्कस रेष, तीस चौकोनाची कर्णरेषा अशी संज्ञा आहे.

गो०—, हें तर केवळ उघड आहे; परंतु क्ष प्रेरणा व प्रेरणे पेक्षां दुपट विशेष, अशा त्या दोन्ही प्रेरणा विषम असल्यास काय दृष्टीस पडेल. ?

गु०—, तेव्हां असें दृष्टीस पडेल, की क्ष प्रेरणा त्या गोळ्यास व प्रेरणे पेक्षां दुपट लांब उडवील. आतां अ स यारेषे पेक्षां अ ब ही रेष दुपट लांब काढ, ह्मणजे या रेषां मधून ती गोळा ड कडेस चलन पावेल; सला आणि बला मिळे अशी

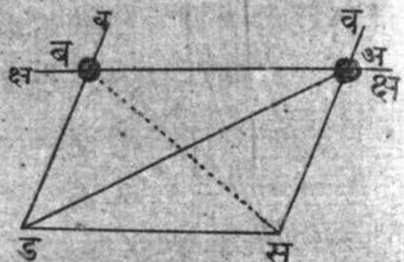
शी रेघ ड पासून काढली असतां, तो गोळा चौरसाचे कर्णरेषानुरूप चलन पावेल ही आकृति पाहा.



कृ ०—, महाराज, आणखी मी एक दुसरे प्रकारचा प्रश्न करितों. जा दोन प्रेरणा विषम तर खऱ्या परंतु जांचा झोंक काटकोणा प्रमाणें नाहीं, लघुकोणा प्रमाणें आहे, त्यां प्रेरणां पासून कसा व्यापार घडेल?

गु ०—, त्यां दोहों प्रेरणांचे झोंकाचा रेषा लांब कर, ह्मणजे तो गोळा कोणे कडेस लोटला जाईल हें तुला सहजांत कळेल; तो अ पासून ड पर्यंत काटकोन चौकोनाचे कर्णरेषानुरूप चलन पावेल कळलें, आणखी जां प्रेरणांचा झोंक विशाल कोणानुरूप, त्यां हीं प्रेरणांहीं करून काटकोन चौकोन कर्णरेघ प्रमाणें चलन उत्पन्न होतें. यास उदाहरण, क्ष आणि व यां प्रेरणानीं कोणी एके पदार्थास अ पासून लोटायाचें असतां ब पासून लोटिलें, तर तो पदार्थ बिंदु काढल्या कर्णरेषेंत चलन पावेल. ही आकृति पाहा.

आतां



आतां आपण वर्तुळाकार गतीचें प्रकरण काढूं एका प्रेरणें करून पदार्थ उडावयास पाहातो, आणि दुसरे प्रेरणें करून तो ध्रुवाकडे आकर्षला जातो, अशा दोन प्रेरणा जेव्हां कोणे पदार्थावर घडतात, तेव्हां त्याचे अंगीं वर्तुळाकार गति उत्पन्न होते. यास दृष्टांत. गोळ्यास दोरी बांधून ती दोरी हातांत धरून, त्या गोळ्यास झोंकाने वाटोळें फिरवूं लागलें असतां, तो वर्तुळाकार चलन पावतो; कांकीं त्याजवर दोन प्रेरणा होतात, त्यास हातानें उडवावें ती उडविणार प्रेरणा होय आणि तो दोरी करून हाताकडे वोढला जातो ती वोढून धरणारी प्रेरणा होय. आणि अशारीतिने तो गोळा चलन पावत असतां, त्याची दोरी अकस्मात् जर तुटली, तर तो सरळरेघेंत उडतो, कांकीं तो दोरीचे बंधनापासून सुटला जातो, आणि त्याजवर एकच प्रेरणा घडत असते. आणि असें आहे कीं एके प्रेरणेपासून जें चलन उत्पन्न होतें तें सर्वदा सरळ रेघेंतच असतें.

गो ०—, सरळ रेषांत जें मिश्रचलन होत असतें, त्याचे बोधा पेक्षां याचा बोध होणें कांहींसें अवघड दिसतें.

गु ०—, गंवडी आपला कुंचा कोणे रीतिनें सुकवितो, हें लक्ष्यांत आण ह्मणजे त्याचा बोध लौकर होईल. त्याचें काम झालें ह्मणजे तो त्या कुंचास पाण्यानें धुतो, आणि त्यांतील पाणी जावें, ह्मणून त्यास आपले दोहीं हातां मध्यें धरून, हातावर हात घांसण्यानें फिरवितो, येणें करून त्या कुंचाच्या अवघ्या दशा आपल्या ध्रुवा पासून उडावयास पाहातात, परंतु त्यांचे एक एक शेवट ध्रुवाशीं अडकलेलें, ह्मणून त्यांचानें त्यापासून उडवत नाहीं. आतां त्यां दशांचे जें पाणी असतें तें सुटें, यास्तव तें सरळ रेषेंत उडून जातें. आणखी, दोरीनें बांधलेला गोळा झोंकानें भोंवती फिरवूं लागलें असतां, ती सरळ पातळींत फिरत आहे असा बोध होतो, आणि त्यासारिखे जे भोंवऱ्यादिक त्यांचें, जा ध्रुवाचे संबंधानें चलन होत असतें ते ध्रुव त्यां पदार्थांचे चलन मध्य होतात. परंतु जां पदार्थांचें महत्व लाहान ह्मणून ते पदार्थ चलन पावत असतां, ते सरळ पातळींत चलन पावताहेत. असें आपणास जरी दिसत नाहीं, तथापि ते एके रेषे भोंवते वस्तुतः भ्रमण पावत असतात, आणि त्या रेषेस चलनाचा

लनाचा आंस असें ह्मणतात; ह्मणजे एक भोंवरा आपले आ शीवर चलन पावत आहे, त्या भोंवऱ्यामधून जी रेघ आरपा र होऊन भूमीवर लंबरूप राहाते, तीरेघ त्या भोंवऱ्याचा आं स होय.

गो०—, तेव्हां गाड्याचे चाकाचा आंस, त्या चाकाचे चलना चा आंस आहे. बरें चलन मध्य पदार्थाचे मध्य भागींच सर्व दा असतो काय?

गु०—, सर्व पदार्थाचें मध्य भागीं नसतो. पदार्थाचे मध्य भा गास महत्वमध्य असें ह्मणतात, आणि महत्वमध्याचा अ र्थ असा होतो. कीं कोणी एके पिंडाचा मधील भाग. पदा र्थास दुसराही एक मध्यभाग आहे, आणि त्यास गुरुत्वम ध्य अशीसंज्ञा होय. त्याचें मी तुज प्रति व्याख्यान करीन; परंतु प्रस्तुत आपण चलनाचे आंसाचें विवेचन करूं. चलनाचा आंस ह्मणून जी रेषा आहे, तीज भोंवते पदार्थाचे इतर अवयव चलन पावत असतां आपण स्वयें स्थीर राहा तो कळलें, जसा भोंवरा नाचत असतां त्याची आर निश्च ळ असते, आणि तिज भोंवते त्या भोंवऱ्याचे इतर भाग च लन पावतात त्या प्रमाणें.

गो०—परंतु भोंवरा नाचत असतां तो बहुत करून पुढें

पुढें

पुढें चालत असतो; आणि तेव्हां मधलें कोणतेंही अंग स्थीर असत नाहीं.

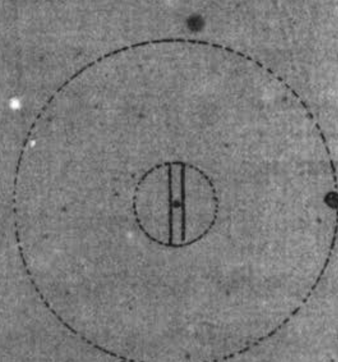
गु ०—, जें कांहीं मीं चलनाचे आंसा विषयीं ह्मणतों, तें ह्मणणें वर्तुलाकार चलन, ह्मणजे जें चलन रेघे भोंवतें होत असतें, त्याजवर आहे, परंतु रेघे भोंवतें पदार्थाचें चलन होत असतां, दुसरे कोणे कडेस जें त्याचें चलन होत असतें, त्याजवर तें ह्मणणें नाहीं. चलनाचे आंसा पासून पदार्थाचा भाग जितका लांब असतो, तितका त्याचा वेग विशेष, तसेंच जितके जितके चलनाचे आंसाजवळ पदार्थाचे भाग असतात, तितका तितका त्यांचा वेग उणा; आणि चलनाचा आंस पाहिला असतां केवळ स्थीर, असा वर्तुलाकार गति होत असतां जो व्यापार घडतो त्याजकडे त्वां दृढ लक्ष्य लावावें.

गो ०—, बरें पदार्थाचे सर्व भाग समान वेगानें जर चलन पावत नाहीत, तर जे जे भाग अत्यंत त्वरेनें चलन पावतात, ते ते भाग पदार्था पासून सुटतील, आणि त्यास मागें टाकून जातील.

गु ०—, वर्तुलाकार गति आणि सरलरेखा गति ह्या दोन्हीं एकच असें मानून तूं आपले ठायीं भ्रम उत्पन्न करून घेतोस. पदार्थाचें जें चलन स्थिर रेघे भोंवतें होत असतें,

तेंच

नेंच तूं लक्ष्यांत आण; ह्मणजे तुला असें कळेल कीं, चलन मध्यापासून पदार्थाचे भाग जितके जितके दूर, तितका तितका विशेष वेग त्यांचे अंगीं नसल्यास, त्यांचानी पदार्थाचे दुसऱ्यां भागांसमागमे राहावणार नाहीं, त्यां पासून ते सुटून मागें राहातील. जांतण चलन पावत असतां, तिचे तोंडाचे घेऱ्या पेक्षां तिचे खुंटयाचा घेर अधीक मोठा. असें कळूं येतें कीं नाहीं.



ही आकृति पाहा. बिंदू करून जीं दोन वर्तुळें काढलीं आहेत, त्यांतील एक जांतीणीचें तोंडाचें चलन दाखवितें; आणि एक खुंटयाचें चलन दाखवितें; आणि जरी त्यां वर्तुळांचा घेर लाहान मोठा आहे, तथापि त्यांत चलनें एकेच समयांत होतात.

गो ०—, होय महाराज होतात; परंतु असें हें प्रकट असतां आह्मा कोणास कधिं आढळलें नाहीं, यावरून मला विस्मय भास झाला; याच प्रमाणें भोंवऱ्यादिक जे भरींव पदा

र्थ.

र्थ आहेत, त्यांचे ठायीं व्यापार घडत असेल. त्यां पदार्थांचे अंगा पेक्षां तीं रुंद्र असें, तीं अत्यंत त्वरेने चलन पावत असतील.

गु०—, पदार्थ मध्याभोंवता चलन पावतो, आणि त्याच पदार्थास त्याचे मध्याकडे जी प्रेरणा ओढून धरते, तीस ध्रुवाकृष्टि प्रेरणा ह्मणतात. जी प्रेरणा पदार्थास मध्या पासून उडवावयास पाहाते, तीस ध्रुवोत्सृष्टि प्रेरणा ह्मणतात. वर्तुलाकार चलन होत असतां या दोन्हीं प्रेरणांचे व्यापार परस्परें तुल्य असतात. त्यांत जर वैषम्य झालें, तर तो भ्राम्यमाण पदार्थ मध्याकडे येत जाईल, किंवा त्याजपासून जाऊं लागेल.

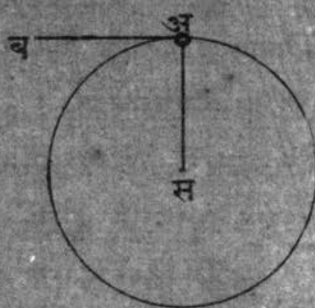
गो०—, कोणे पदार्थाचे अंगीं वर्तुलाकार गति होतां त्याजर पाहिलें, तर या पदार्थावर दोन प्रेरणा घडल्या आहेत असें मी आज पासून ह्मणत जाईन.

गु०—, वर्तुलाकार गति, दीर्घवर्तुलाकार गति, अथवा वक्ररेख गति, ह्या दोहों प्रेरणांचे व्यापारा पासून अवश्य उत्पन्न होतात. कारण कीं, एके प्रेरणे पासून सर्वदा सरलरेख गति उत्पन्न होते.

कृ०—, कोणी एक कारणा मुळें ध्रुवाकृष्टि प्रेरणा जर नष्ट झाली,

झाली तर पदार्थावर एकटे ध्रुवोत्कृष्टि प्रेरणेचें प्राबल्य होईल आणि मला वाटतें कीं ज्या मध्याकडे तो पदार्थ ओढला जात होता, त्या मध्यापासून तो सरळ रेषेंत उडेल.

गु ०—, तो पदार्थ त्या मध्यापासून सरळरेषेंत उडून पावणार नाहीं; परंतु तो पदार्थ सुटतांच आपले चलनरोंकाचे सरळरेषेंत उडून पावेल.



ही आकृति पाहा. गोफणींत दगड घालून फिरवीत असतां, अ. एथून तो दगड जर सुटला तर तो अब. मार्गांत उडेल. हा मार्ग जी रेष दाखविते, तीस स्पृष्टरेषा ह्मणतात, या स्पर्शक रेषेचा स्पर्श त्या वर्तुळाचे परिधीस होतो, आणि परिधीस स्पर्शरेषेचा जेथें स्पर्श झाला, तेथून रेष स. वर्तुळमध्याकडेस मारली असतां, ही रेष आणि स्पृष्टरेष मिळून काटकोण होतो. यामुळें ध्रुवोत्कृष्टि प्रेरणेस, अन्वर्थपणें बोलावयाचें असलें तर स्पृष्टरेषप्रेरणा असें ह्मणावें.

रू ०—, आपण ह्मणतां कीं पदार्थावर जेव्हां दोन प्रेरणा घडतात, तेव्हां त्याचे अंगीं वांकडेरेषेचें चलन उत्पन्न होतें; परं

तु

तु जेव्हां मी चेंडूस समोरें येत उडवितों, तेव्हां तो पडते समयीं वांकडी रेघ दाखवितो हें कसें; पाहिलें असतां त्याजवर ध्रुवोत्सृष्टि प्रेरणा मात्र घडते, त्यास वोढून धरणार, किंवा त्याचे अंगीं मिश्र चलन उत्पन्न करणार अशी जी ध्रुवाकृष्टि प्रेरणा, तिचें त्यास दर्शनही नाहीं.

गुं ०—, जा चेंडूस समोरें येत उडविलें, त्याजवर कांहीं नाहीं तरी तीन प्रेरणा घडतात, एक ध्रुवोत्सृष्टि प्रेरणा, जी चेंडूस उडविलें असतां त्याजवर घडते; दुसरी वायूतून त्याचें गमन होत असतें, ह्मणून वायूच्या त्यास प्रतिबंध घडतो जेणें करून त्याच्या वेग मात्र उणा होतो, परंतु त्याचे रोंकाचा पालट होत नाहीं; आणि तिसरी एक गुरुत्वाकर्षकत्वाची प्रेरणा होय, कांकीं ती शेवटास त्या चेंडूस भूमीवर वोढून आणिते. गुरुत्वाकर्षकत्व, आणि वायूच्या प्रतिबंध, यांच्या पासून जा प्रेरणा पदार्थावर घडतात, त्या सर्वदा केवळ सबळ असतात, ह्मणून आपणाकडून कशी ही ध्रुवोत्सृष्टि प्रेरणा पदार्थावर घडली, तथापि तिचा त्यांहीं प्रेरणा करून हळू हळू विलय होतो, आणि तेणें करून तो पदार्थ भूमीवर पतन पावतो; परंतु ध्रुवोत्सृष्टि प्रेरणा जितकी विशेष सबळ, तितका त्या प्रेरणांहीं करून इचा लोप व्हावयास विशेष

वेळ

वेळ लागतो, आणि जा पदार्थावर या प्रेरणा घडतात, तो पदा र्थ कांहींसा लांब जाऊन पतन पावतो.

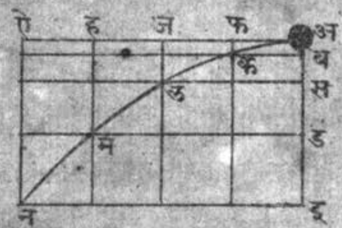
गो०—, तेव्हां यावरून असें सिद्ध होतें. कीं हाताने दगड उडवावा, त्या दगडा पेक्षां तोफे पासून जो गोळा सुटतो, तो फार लांब जाईल.

गु०—, होय बरें कोणी एके पदार्थास समरेषेंत उडविलें, तर तो वांकडे रेषेंत कां पडतो; याचें कारण तुह्माने सांगवेल?

गो०—, माझ्याने कोठून सांगवेल; कां तर आपण सांगित त्या प्रमाणें उडविलेला पदार्थ चौकोनाचे कर्णरेषेंत कां पडत नाहीं, वांकड्यारेषेंतच कां पडतो, हें मला समजत नाहीं?

गु०—, चेंडूवर जा दोन प्रेरणा घडतात, त्यांहीं करून त्या पदार्थाचे अंगीं समान गति जरउत्पन्न झाली, तर तो चेंडू कादकीन चौकोनाचे कर्णरेषने पतन पावेल; परंतु त्या प्रेरणांतील क्षुद्योत्कृष्टि प्रेरणा मात्र समान असते, आणि क्षुद्याकृष्टि प्रेरणा वर्धमान प्रेरणा असते; या प्रेरणेचे अंगीं वर्धमानता, ह्मणूनचही त्या चेंडूस भूमीकडे लौकर ओढिते, आणि त्यास सरळ कर्णरेषेंत पाडावयाचें, तर त्यास वांकड्यारेषेंत पाडिते परंतु या आकृतिचें विवेचन केल्याविना याविषया

चें



चें परिपूर्ण ज्ञान होणार नाहीं अ पासून फ चौसष्ट फुट लांब आहे असें आपण कल्पुं.आतां जी प्रेरणा चेंडूतें एक्या सेकंदांत अ पासून फ जवळ नेईल, अशा सबळ प्रेरणें करून जर त्या चेंडूस समरेषेंत उडविलें, आणि त्याजवर गुरुत्वाकर्षकत्वाची प्रेरणा न घडली, तर तो फ पासून ज जवळ दुसरे चौसष्ट फुट, दुसरे सेकंदांत आईल, ज पासून ह जवळ तितकाच लांब तिसरे सेकंदांत, आणि त्याच प्रमाणें ह पासून ऐ जवळ चौथे सेकंदांत जाईल.

बरें तो चेंडू अ जवळ असतां, एकट्या गुरुत्वाकर्षकत्वाचे प्रेरणें करून त्या अ पासून इकडेस त्या चेंडूस पडूं दिलें, तर तो एके सेकंदांत सोळा फुट पडून ब जवळ येईल, दुसऱ्या सेकंदांत तो सोळांचे तिपट ह्मणजे ४८ फुट पडेल, तिसऱ्या सेकंदांत सोळांचे पांच पट जे ८० फुट आणि चौथे सेकंदांत सोळांचे सात पट ह्मणजे ११२ फुट पडेल.

आतां उड्डाण शक्ति आणि गुरुत्वाकर्षण शक्ति यांचे मिश्र प्रेरणें करून तो चेंडू कोणे रेषेंत चलन पावेल, याचा आपणास बोध व्हावा, ह्मणून अफ जी समान रेषा तिज शीं

समान्तर

समानांतर असून, तिजपासून सोळा फुट खालीं राहील अशी बक एकरेघ काढू, तिचे खालीं चौसष्ट ४८ फुटींवर सल एक दुसरी रेघ काढूं. आणि तिज खालीं ८० फुटीं वर ड म ही शेवटास काढूं.

आतां अ पासून क जितका दूर तितकाच स पासून जो ल दूर आहे त्याजवळ तो गोळा दुसऱ्या सेकंदाचे अंतीं येईल, तिसऱ्या सेकंदाचे अंतीं न जवळ येईल, या प्रमाणें त्या गोळ्याचे पतनाहीं करून अ क ल म न हीं वांकडी रेघ कळूं येईल.

पदार्थांचे पतनाचा जो रोंक असतो त्याचा पालट वायूचे प्रतिरोधानें होत नाहीं, ह्मणून ऱ्या त्या अवरोधाचें विवेच न एथें केलें नाहीं. त्या करून दुसरें कांहीं घडत नाहीं, परं तु त्याचा प्रति बंध उड्डाण शक्तीस प्रतिलोम घडतो ह्मणून तो उड्डाण शक्तीस उणें मात्र करितो.

कू० —१ मला वाटतें कीं गोळ्याचा वेग जितका विशेष, तितकी त्या गोळ्यावर वायूचा प्रतिरोध विशेष होतो, कां तर वायूचे अंशावर गोळ्याचा जितका प्रहार होईल, तितकाच वायूचे अंशापासून त्या गोळ्यावर प्रत्याघात घडेल; असें कीं जर को ण्या पदार्थावर ध्रुवोत्क्षिप्त प्रेरणा दुपट झाली, तर त्या पदा

र्थावर

र्थावर वायूचा हा मत्याघात पहिल्यापेक्षां दुपट होईल.

गु ०—, दुपट कां चौपट होईल. कां कीं तूं असें मान, कीं एके गोळ्या अंगीं एकपट वेग होता, आणि तो एके मिनटांत एकपट वायूंतून गेला; आतां या गोळ्या अंगीं जर दुपट वेग वाढला, तर तो एक्याच मिनटांत दुपट वायूंतून जाईल, आणि एक एक पट वायूचा त्या गोळ्यावर दुपट दुपट प्रतिष्टंभ घडेल; तेव्हां त्याजवर पहिल्यापेक्षां वायूचा मत्याघात चौंपट होईल किं नाहीं ?

गो ०—, होईल यांत संशय काय; आणि त्या गोळ्याचा तिपट वेग वाढला असतां, तो तिपट वायूंतून जाईल; तो एक एका वायूचे पटास पहिले पेक्षां तिपट प्रहार करील, आणि त्या पटापासून त्याजवर तिपट मत्याघात घडेल. हा अवघ्या पटांचा मत्याघात मिळविला असतां, त्या गोळयास पहिले पेक्षां वायूचा नउपट प्रतिरोध होईल. कां महाराज होईलना ?

गु ०—, होय होईल; परंतु वायूचा अवघा प्रतिरोध पदार्थास किती घडतो, हें थोडक्यांत गणित करावयाची अशी रीत आहे, कीं त्या पदार्थाचा जो वेग त्याचा वर्ग करावा; उदाहरण, जर तिपट वेग असला, तर तिहींचा वर्ग तीनत्रीक नऊ हें उत्तर येईल. हर कोणी एके अंकास त्याचे समान अंकाशीं गुणिले असतां जो गुणाकार होईल, त्यास वर्ग ह्मणतात.

ह्मणतात; याचें त्वां चांगलें स्मरण ठेवावें, कोंकीं आपल्यास याचें वारंवार प्रयोजन पडेल.

गो ०—, होय वारंवार प्रयोजन पडेल खरें. अरे कृष्णा, हा गोळा जेव्हां मीं नीट वरता उडवितों, तेव्हां याजवर वायूचा आणि गुरुत्वाकर्षकत्वाचा पाहा कसा प्रतिष्टंभ होऊन, याचे अंगीं जी उड्डाण शक्ति असते, तिचा लोप होतो. आतां मीं यास वर्तो तिर्कस उडवितों, आणि जरी यास गुरुत्वाकर्षकत्व लौकर वोढून खालीं आणतें, तथापि यास जी उड्डाणशक्ति प्राप्त झाली असते, ती पाहा त्या आकर्षकत्वाशीं कांहींसा विरोध करिते.

गु ०—, वर तिर्कस उडविलेला गोळा जा वांकड्यारेषेंत पडतो तीस भूमितींत तरंग भंगाकृति ह्मणतात. परंतु त्या गोळ्यास जर लंबरूप उडविलें, तर तो लंबरूप पडेल, यास्तव कीं अधोत्कृष्टि आणि अधाकृष्टि प्रेरणा, त्याजवर सजातीय रेषेंत घडतात.

स्थाचलनमध्य, आणि महत्वमध्य, यांचे विषयाचें कथन केलें आहे; परंतु गुरुत्वामध्याचें व्याख्यान केलें नाहीं, तर तें आतां करितो, श्रवण कर. जा स्थाना भोंवते पदार्थांचे सर्व अवयव परस्परां करून एक सारिखे तोलले राहातात. असें जें पदार्थाचे अंगीं स्थान, त्यास गुरुत्वमध्य अशी संज्ञा आहे; या स्थानास जर कशाच्या आधार नसला तर पदार्थ पतन पावतो, कसें या गो

ष्टिचा

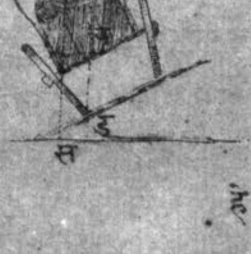
श्चिा तुला बोध आहेना ?

कृ ०—, आहे असें तर मला वाटतें, परंतु जें मी निवेदन करितों त्याजवरून आपण पाहावें. या स्थाना भोंवते पदार्थाचे जे अवयव, त्यांचे अंगीं पतन प्रावण्य जर समान असलें, तर ते एकमेकास सारिखें तोलतील, आणि जों पर्यंत या स्थानास आधार आहे, तों पर्यंत पदार्थ पडणार नाहीं.

गु ०—, बरें गोपाळा या स्थानास जर आधार नसून दुसरे एके स्थानास जर आधार असला, तर कोणता व्यापार घडेल ?

गो ०—, मला असें कळूं येतें, कीं त्यां भोंवताल्यां अवयवांचानी परस्परांस तोलवेना असें झालें, ह्मणजे जिकडे अवयव गुरुतम असतात, तिकडे तो पदार्थ पडेल.

गु ०—, बरें आहे; कांकीं गुरुत्व मध्यास निराधारता प्राप्त होतांच, पदार्थ अवश्य पडतो. आणि ज्याचें एक अंग उंच, आणि एक उतरतें, अशा मार्गावरून भरलेला गाडा जाताना कोणे समयीं उलटतो. या आकृतींत, मार्गास जो घसरट पणा आहे त्यास कलथण ह्मणतात. अशा मार्गावरून भरलेला गाडा जात आहे, त्याचा गुरुत्व मध्य अ या स्थानीं आहे,



हे असें मान. आतां जा गाड्याची अशी स्थीती असली तें उलटेल, असें म्या तुला सांगायास नलगे आणि अ जो त्याचा गुरुत्वमध्य तो निराधार पडतो ह्मणून तें गाडें उलटतें. तें निराधार कां असें ह्मणशील, तर त्या अ पासून एक लंब स भूमी कडे सोडिला तर तो त्या चाकां मधून येत नाहीं, यावरून असें समजावें, कीं त्या गुरुत्वमध्यास चाकाचा आधार नाहीं.

गुरुत्वमध्यापासून भूमीकडे मागें दाखविल्या प्रमाणें जो लंब सोडिला. त्यास गुरुत्वरेषा ह्मणतात.

गो०—, इतक्याचें तर मला पूर्ण ज्ञान; झालें परंतु व कशास्त व का दिला आहे, हें मला कळत नाहीं.

गु०—, त्या गाड्यावरलें जर कांहीं ओझें काढलें, तर त्याचा गुरुत्वमध्य आपलें स्थान पालटून ब स्थानीं येईल, आणि गाडें जरा हलकें झालें ह्मणून त्याचे अवयव व भोंवतें एकमेकास तोलून धरतील, त्या गाड्यास अशी स्थिती प्राप्त झाली असतां तें उलटेल काय ?

गो०—, नाहीं उलटणार, कां तर ब पासून लंब सोडिला असतां त्यां चाकां मधून ड कडे येईल, आणि त्यां चाकांहीं करून संभाळला जाईल. सारांश गुरुत्वमध्यास आधार मिळाला ह्मणजे पदार्थ पडत नाहीं.

कु ०—, परंतु आतां गाड्याची जी अवस्था सांगितली, त्यांतही मीं त्यास चालूं देणार नाहीं; कांकी इस्थान डाव्याच्या काचा जो आंतील भाग त्याचे केवळ जवळ आहे. जर तें गाडें दगडावरून आतांना कांहींसें उचललें, तर इस्थान डाव्याचाकाचे बाह्य अंगीं होईल, आणि तें गाडें उलटेल.

गो ०—, गाडें, किंवा कोणी एक प्रकारचा रथ, याचा गुरुत्वमध्य आपले च्याकांचे केवळ मध्य भागीं जेव्हां राहातो तेव्हां त्यांस पूर्ण आधार मिळतो, असा पूर्ण आधार गाडें समान मार्ग असतांच मिळतो.

गु ०—, त्वां असें ऐकिले आहेना, कीं होडी लवडूं लागली असतां त्यांतील उतारू जर एका एकीं उभीं राहिलीं, तर मोटें अरिष्ट प्राप्त होतें ? आणि या अरिष्टाचें कारण हेच, कीं ते उभे राहून आपला गुरुत्व मध्य उचलितात, तेणें करून ते गुरुत्वमध्य त्याचा रेषेंतून बाहेर पाडून घेतात.

जेव्हां तूं नीट उभा राहातोस तेव्हां तुझे शरिराचा गुरुत्वमध्य तुझे पायांहीं सांभाळला जातो; परंतु जर तूं तिर्कस उभा राहिलास, तर तुझाने बहुत वेळ स्थीर उभें राहावणार नाहीं. कोल्हांटी दोरावर नाचते समयीं, कळेने आपला गुरुत्व मध्य सांभाळितो आणि हातांत काठी आडवी धरून चाचल्याने त्या

दोरावर

दोरावर आपलीं अवघीं पाउलें टाकित असतो; परंतु त्याचे शरीराचा तोल एकिकडेस होऊं लागला असें अरिष्ट त्यास कळतांच, जिकडे तोल उणा असेल तिकडे भार व्हावयास, तो तिकडे आपले हात त्या काठी सहीत करितो, आणि एणें करून गुरुत्व मध्यास त्याचा पूर्वस्थानी आणून आपला समतोल करून घेतो.

गो० —, जेव्हां काठीचे गुरुत्वमध्यास आधार मिळतो, तेव्हांच ती बोटाचे अग्रभागीं उचलली राहाते ना ?

गु० —, होय, आणि गोलाकार जे पदार्थ आहेत त्यांचे गुरुत्व मध्यास आधार प्राप्त होत नाहीं, ह्मणून ते उतरणी वरून घुळत घुळत खालीं येतात. गोळा पूर्ण वाटोळा ह्मणून त्याचे एकेच अति सूक्ष्म अंगाचा आणि त्या उतरते भूमीचा स्पर्श होतो. आणि तेंही अंग त्या गोळयाचे गुरुत्वमध्या खालीं लंबरूप असत नाहीं, याकरितां तो गोळा सांभाळला जात नाहीं.



ही आकृति लक्ष्यांत आण. ह्मणजे जें मीं सांगत आहें तें तुला कळेल.

छ० —, होय, आपण ह्मणतां तशीच त्या गोळयास गती प्रा

स होते. परंतु त्या मुसलाकार पदार्थ उतर्णावरून घुळत घुळत चढतां पाहिला आहे, तेव्हां हें असें कोणे युक्तीनें घडतें.

गु०—, त्या मुसलाकार पदार्थाचें एकिकडलें अंग शिशानें भरितात, ह्मणून तें तसें घडतें. (मागील आकृति पाहा.) या मुसलाकार आकृतीचे अंगीं शिशाचे योगानें विषम दार्ढ्य आलें, यामुळें गुरुत्व मध्यानें आपली वस्ती, त्या मुसलाकार पदार्थाचे मध्य भागापासून काढून, शिसेंजें लांकडापेक्षां अती गुरु, त्याचे कोणी एके भागांत नेली आतां तूं असें पाहा, कीं या मुसलाकार पदार्थाचा गुरुत्वमध्य जेव्हां उचलेल, तेव्हांच हा त्या उतर्णीवरून खालीं फिरत येईल; परंतु पदार्थ अशी अवस्थेंत असतां त्याचा गुरुत्वमध्य कदापि उचलणार नाहीं. गुरुत्वमध्य चलन पावत असतां त्यास अवश्य सर्वदां उतरलें पाहिजे, आणि या मुसलाकार पदार्थाचा गुरुत्वमध्य उतर्णीचे वरले कडेस आहे, ह्मणून याचे गुरुत्वमध्यास वरले कडेस उतरावयास जवळ आणि सोपें आहे. हा उतरताना गुरुत्वमध्यास ही उतर्णीवर घोढून पेईल, आणि यास आधार मिळाला ह्मणजे तो पदार्थ स्थिर राहील.

गो०—, तेव्हां गुरुत्व मध्य पदार्थाचे मध्य भागीं सर्वदा नसतो काय?

गु०—, सर्वदा कोठून असेल; पदार्थाचे मध्य भागीं गुरुत्वमध्य

असला

असला, ह्मणजे त्यास महत्वमध्य ह्मणावें असा आपण मागेंच निश्चयकेला आहे. जेव्हां पदार्थांचे अंगीं विषमदार्ढ्य राहातें, तेव्हां त्या पदार्थांचे महत्वमध्याचें जें स्थान तेंच स्थान त्याचे गुरुत्वमध्याचें असतें; परंतु पदार्थांचे एके भागीं घनत्वांश आधिक आणि एके भागीं उणा असला ह्मणजे त्या पदार्थांचे महत्व मध्याशीं आणि गुरुत्व मध्याशीं सामानाधिकरण्य असत नाहीं, कांकीं गुरुत्वमध्य हा वजनाचा मध्य आहे, यावरून तूं असें समज कीं हा एके अंगास शिसें मारून मुसलाकार स्तंभ सिद्ध केला आहे, याचा महत्वमध्य जेथें तेथें याचा गुरुत्वमध्य राहावयास समर्थ नाहीं. किती एक आकारांचे पदार्थांचा गुरुत्वमध्य त्यांचे अंगीं राहात नाहीं, परंतु त्या पदार्थां संबंधी जो अवकाश तेथे राहातो.

गो ०—, माझा मतें कीं पदार्थांचा जो भाग गुरु तेथें त्याचा गुरुत्वमध्य सर्वदा राहातो, आणि जर तो गुरुभागाचे ठायीं राहात असला, तर पदार्थांचा जो गुरुभाग तोच अवकाश, असें घडणार नाहीना?

गु ०—, तुला गुरुत्वमध्याचें विपरीत ज्ञान झालें आहे; गुरुत्वमध्याचें आपण असें लक्षण केलें कीं, जा स्थाना भोंवतें पदार्थांचे सर्व अवयव परस्परांकरून एकसारिखे तोलले राहातात, त्यास गुरुत्वमध्य ह्मणावें. आतां हा मध्य पदार्थांचे अवय

व सोडून तत् संबंधि केवळ अवकाशांतही राहातो. तेव्हां यावरून तूं असें जाण कीं हें एकस्थान कल्पित आहे. बरें या आंगठिच्या गुरुत्वमध्य कोठें आहे.

गो ०—, आपण जें बोलतां तें खरें आहे या आंगठीच्या परिधींत जो अवकाश सामावतो, त्यांतच इचा गुरुत्वमध्य राहातो, परंतु महाराज आंगठीस स्पर्श न करितां त्या अवकाशा मधील स्थानास आधार देऊं गेला, तर ती आंगठी पडायास राहाणार नाहीं कळलें ?

गु ०—, त्या आंगठीस जा स्थानीं आधार मिळतो, त्या स्थानीं तिचा गुरुत्वमध्याची रेषा पडे असें तिला धरल्याविना, त्यां सांगितल्या स्थानास कदापि आधार मिळणार नाहीं; परंतु या आकृति प्रमाणें त्या आंगठीस बोटावर धरिलें, किंवा सुतळीनें टांगिलें, ह्मणजे तीचें गुरुत्वमध्यास आधार प्राप्त होईल.



पदार्थाच्या गुरुत्वमध्य जा स्थानीं राहातो, त्या स्थानीं जर पदार्थातें धरिलें तर तो पदार्थ कोणत्याही स्थिति प्रकारावर राहातो; परंतु तें स्थान सोडून दुसऱ्या कोण्या स्थानीं त्याला धरिलें असतां, तो मात्र दोन स्थिति प्रकार पावतो:

बरें

बरें त्यास कोण्या कोण्या स्थानीं धरलें असतां ते दोन स्थितिप्रकार पावतो, हें तुझाने मला सांगवेलना ?

क्रु ०—, गुरुत्वमध्य स्थानाचे खालील भागीं पदार्थातें जेव्हा धरावें, तेव्हा एके स्थितीवर राहातो; आणि गुरुत्वमध्य स्थानाचे वरील भागीं पदार्थास धारण करावें, ह्मणजे एके स्थितिनें अचल राहातो. सारांश इतकाच आहे कीं, पदार्थास जेथें धरावें तें ठिकाण गुरुत्वमध्याचे रेषेंत असलें पाहिजे.

गु ०—, फार योग्य उत्तर दिल्हेंस; आतां एके जाडे कागदाचे कोनास सुतळी बांधून भिंतीस खिळा मारून तेथें त्या कागदास टांगून ठेव, ह्मणजे तो कागद स्थिर राहील; कांकीं त्यास जेथें बांधून टांगशील, तें स्थान गुरुत्वमध्यरेषेचे मधोमधें वर राहील. यारीतिनें त्यास टांगिलें असतां, त्याचे आधारस्थानापासून भूमीपर्यंत एक लंब काढ, ह्मणजे तो लंब गुरुत्वमध्याचे स्थानातून पार निघेल ?

क्रु ०—, गुरुत्व मध्याचे स्थानातून लंब तर पार निघाला, परंतु त्या लंबाचे कोणत्या भागीं गुरुत्वमध्य आहे हें, आपणास कळूं येत नाहीं.

गु ०—, गुरुत्वमध्याचे स्थानाचा तुला जर निश्चय करावयाचा असला; तर त्या कागदाचे दुसरे एके कोणास बांधून टांग,

आणि

आणि याही आधार स्थानापासून एक दुसरा लंब काढ.

कृ ०—, महाराज आपला अभिप्राय मला आतां कळूं आला; या जा दोन रेषा काढल्या आहेत यांतच या कागदाचे गुरुत्व मध्यानें असावें, आणि या रेषा जेथें मिळून एकमेकास छेदितात, असें या कागदावर एकच स्थान आहे, त्यापेक्षां गुरुत्व मध्यानें त्या स्थानीं अवश्य राहावें. पदार्थांचे गुरुत्व मध्याचें स्थान जाणावयाची ही तर एक अमुल्य युक्ति होय.

गु ०—, जां पदार्थांचे अंगीं अत्यल्प जाड्य, त्यांचे गुरुत्व मध्याचे स्थानाचा नियम करावयाचा असला तर अमुल्य आहे, नाहीं तर अनुपयोगी.

कृ ०—, जांचे ठायीं सजातीय द्रव्य, आणि यामुळें ज्यांचे अंगीं समान दार्ढ्य, असे काष्ट, पाषाण, किंवा शिसें, इत्यादिकजे पदार्थ, ते विशेष स्थैर्यानें राहातात, आणि त्यांस उलटावयास विशेष आयास लागतो; परंतु जे पदार्थ विजातीय द्रव्यें करून घडले आहेत, जांचे अंगी विषम दार्ढ्य, आणि जांचा गुरुत्व मध्य एकी कडेस व्हावया जोगा, ते पदार्थ अल्प स्थैर्यानें राहातात ह्मणून त्यांस पाडावयास अल्प यत्न लागतो.

गु ०—, आणखी पदार्थांचे जसे जसे आकार असतात, त्यांत्यांप्रमाणें तो विशेष अढळ राहातो, किंवा लौकर पतन पावतो. जां प

दार्थांनं

दार्थाचीं बुडें अविस्तीर्ण, ते सहजांत उलटतात, कांकीं त्यांसजरा तिर्यक्‌ प्राप्त झालें, ह्मणजे त्यांचा गुरुत्वमध्य आधार भ्रष्ट होतो. या आकृति वरून तुला याचाअनुभव येईल.



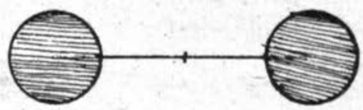
गो ०—, मनुष्य आपले एके हातांत पाण्याने भरलेल्या घागरीस काहीं लोंबत धरून जेव्हां नेतो, तेव्हां त्यास फार श्रम होतात, मला वाटतें कीं त्या घागरीचा योगानें त्याचा गुरुत्वमध्य एकीकडे होतो, ह्मणून त्यास इतके आयास होतात, आणि तो आपला एकरिकामा हात दुसरीकडे करून, तो गुरुत्वमध्य पूर्व स्थळीं आणावयास पाहातो. परंतु तीच घागर दुसऱ्या घागरीचा सहीत कावड करून आणावयास इतकें अवघड पडत नाहीं, कांकीं तेव्हां त्या घागरी एकमेकास सारिख्या तोलितात, आणि गुरुत्वमध्यास कावडयाचे पायांचा आधार मिळतो.

गु ०—, तें त्वांतर यथास्थित लक्ष्यांत आणिलें आहे, तथापि त्या विषयावर मला एक वचन सांगावयाचें आहे, आणि तें असें कीं रेघ, दोरी, सांखळ, किंवा कोणी एक कारणा करून, जर दोन पदार्थ एकत्र बंधन पावले, तर ते दोन्हीं मिळून एकच पदार्थ आहे असें मानितात. दोन्ही पदार्थांचा भार समान असल्या

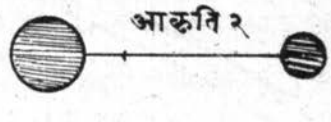
स, त्यांचा ज्या रेषेनें संयोग घडतो तिचा मध्यभागीं त्या पदार्थांचा गुरुत्वमध्य राहातो. (पहिली आकृति पाहा)

परंतु एक पदार्थ एका पेक्षां अधिक भारी असला, ह्मणजे गुरुत्वमध्य त्यां दोघांचा भार पाहून जो पदार्थ जितका जितका जड, तितका तितका त्याचे जवळ राहातो. दुसरी आकृति पाहा. एके काठीचे दोहीं कडे दोन सम गोल बसविले असले, तर ते गोल परस्परां करून तोलले जावे, ह्मणून त्या काठीस मध्यभागीं धरलें पाहिजे; परंतु जर एके गोळ्याचा भार अधीक आणि एक्याचा उणा असें जर असलें, तर त्यांची समानता करावयास जिकडे भार विशेष तिकडे धरावें लागेल.

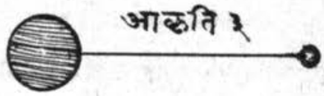
आकृति १



आकृति २



आकृति ३



रू ० — ; काठीस धरण्याचे जे प्रकार आपण सांगितले, त्यां प्रमाणें ही धरलें तथापि तिचा गुरुत्वमध्यास आधार असला पाहिजे; आणि तिचे एके कडील भारा पेक्षां दुसरे कडचा भार अत्यंत विशेष असल्यास, तिचा गुरुत्व मध्य तिचा संबंध सोडून, त्या अत्यंत विशेष भारांत जाईल. (तिसरी आकृति पाहावी.

गु ० —, होय जाईल यात संशय काय.

इति चतुर्थः संवादः

आतां यांत्रिकशक्तीविषयीं पंचम संवाद.

यांत्रिकशक्ति — सामान्य उच्चालन — पहिल्या प्रकारचें उच्चालन, ज्याचे ठायीं एके अग्रावर उच्चाल्य राहतें, दुसऱ्यावर उच्चालक असतें, आणि याचे मध्यभागीं टेंका असतो — दुसऱ्या प्रकारचें उच्चालन, ज्याचे ठायीं एके अग्रावर उच्चालक, दुसरे अग्रास टेंका, आणि मध्यभागीं उच्चाल्य असतें — तिसऱ्या प्रकारचें उच्चालन, ज्याचे ठायीं एके अग्रास टेंका, दुसऱ्यावर उच्चाल्य. आणि मध्यभागीं उच्चालक असतो, यां विषयांचें या संवादांत कथन केलें आहे.

गु० — आतां आपण यांत्रिक शक्तीचें विवेचन करावयास आरंभ करूं, यंत्रारंभक जी शक्ति, तीस यांत्रिकशक्ति ह्मणावें; इचे वृत्तिभेद सहा आहेत, आणि यांतील एक किंवा अनेक मिळून प्रत्येक यंत्र उत्पन्न होतें, यांचीं नावें, उच्चालन, कप्पी, आंसास खिळलेलें चाक, उतरण, पाचर, आणि मळसूत्र, यांत्रिकशक्तीचें ज्ञान व्हावयास चार विषय लक्ष्यांत आणिले पाहिजेत. पहिला विषय, उच्चालक, जो मनुष्यें, घोडे, भार, कमान, बांक, इत्यादिरूप असतो. दुसरा विषय, उच्चाल्य; ह्मणजे उच्चालकानें चलित

चलित करण्याविषयीं विवक्षित जो भार विशिष्ट कोणेक पदार्थ उच्चाल्याचे भारापेक्षां उच्चालक शक्तीचें आधिक्य असल्यावांचून यंत्र चालू होणार नाहीं.

गो०— गाडा ओढावयास जे बैल जुंपावे, त्यांचा शक्तीपेक्षां गाड्याचा भार अधिक असला तर त्यांचानें तो ओढवणार नाहीं.

गु०— तिसरा विषय. चलनमध्य; जा भोंवते पदार्थाचे सर्व अवयव चलन पावतात असा जो पदार्थाचा विभाग, त्यास टेंका असेंही ह्मणतात. चौथा विषय. उच्चालक आणि उच्चाल्य एतन्निष्ठ जे वेग, यां सर्वांचा विचार केला पाहिजे.

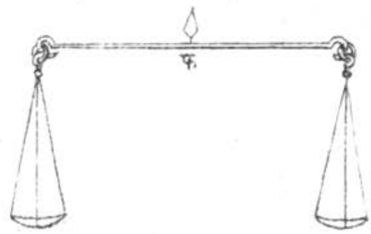
कृ०— जातणीचे चलनापेक्षा तिचा हातारहावयाचे स्थानाचें जसें चलन अधिक असतें; त्याच प्रमाणें उच्चालकाचें स्थान आणि उच्चाल्याचें स्थान, हीं जसीं जसीं चलनमध्यापासून दूर जवळ असतील, तसा तसा यांचा वेग अधिक उणा होत असेल.

गु०— होय, बरें आतां आपण उच्चालन शक्तीचें विवेचन करूं. लवचीक नव्हे असा नाठ जो काष्ठादिपदार्थ उच्चाल्यास चलित करण्याविषयीं योजितात, त्यास उच्चालन ह्मणावें, उदाहरण जिचे आधारानें पारडीं लोंबत राहातात अशी जी तराजूची दांडी तीच उच्चालन होय. आणि ती जा कांट्याचे आश्रयानें लोंबत राहते तो टेंका होय. हा टेंका वस्तुतः चलन मध्यच आहे;

बरें

बरें या तराजूचे पारड्याचा तोल समान कां आहे हें तुझानें सांगवेलना?

ही आकृति पहा.



गो०— तीं सिनी आहेत, आणि त्याचा भारही समान आहे म्हणून तीं परस्परें समान तोललेलीं राहतात.

कृ०— किंवा शास्त्र परिभाषेनें बोलावयाचें असल्यास असें म्हणावें, कीं त्या पारड्याचा जो गुरुत्व मध्य त्यास आधार मिळाला आहे, याकरितां त्यां पारड्यांचा तोल समान आहे.

गु०— बरें तर यां पारड्यांचा गुरुत्वमध्य कोठेसा आहे.

गो०— आपण मला सांगितलें आहे, कीं जाचा भार एक सारखा असे जर दोन पदार्थ कोणे एका बंधनें करून बंधन पावले असले, तर त्या बंधनाचे मध्यभागीं त्या पदार्थांचा गुरुत्व मध्य राहतो; तस्मात् तीं पारडीं जा दांडीनें बंधन पावलीं आहेत, त्या दांडीस फ टंका आहे, त्या टंक्याचे ठायीं त्या पारड्यांचा गुरुत्व मध्य असावा.

गु०— पदार्थाच्या जा भागीं गुरुत्व मध्य राहतो, तो भाग धरून पदार्थ टांगिला असतां तो स्थिर राहतो, मग त्याची स्थिर

राहण्याची

राहण्याची स्थिति कोणते प्रकारची असो; परंतु तसी योग्यता या तराजूचेठायीं दृष्टीस पडत नाहीं, कांकिं इला तिरकस धरून सोडून दिलें तर क्षणभर स्थिर राहत नाहीं, झटकन इचीं पारडीं पूर्ववत् आपल्या समतोलांत येतात; याचें कारण असें आहे, कीं त्या तराजूस या रीतीनें टांगून धरण्याचें जें स्थान त्या स्थानाशीं तिचा गुरुत्व मध्य मिळून असत नाहीं, त्या स्थानाचे कांहींसा वरता जाऊन राहतो; तस्मात् पारडीं समतोल असतां त्यांस विषम तोल केलें, तर त्याचे गुरुत्व मध्यास आपलें स्वस्थान सोडून वरतें चढावें लागतें, आणि विषम तोल करणार जो उपाधि तो दूर झाला, म्हणजे गुरुत्व मध्य झटकन खालीं उतरून, आधार स्थानाचे खालचें जें याचें स्थान तेथें जाऊन राहतो. इतकें झालें म्हणजे तीं पारडीं पूर्ववत् समतोल होतात. जेव्हां अशी योग्यता तराजूचे अंगीं असती तेव्हांच पदार्थांचें उन्मान करण्याविषयीं तिचेठायीं सुयंत्रता येती.

गो०— जर त्यां दोहों पारड्यांमध्यें भार विषम असले, तर ज्या पारड्यामध्यें विशेष भार तिकडे त्या तराजूचा गुरुत्व मध्य जाईल; आणि ज्या स्थानीं जाईल त्या स्थानास आधार न मिळाला तर विशेष भाराचें पारडें खालीं उतरेल, आणि त्या दुसऱ्या पारड्यास वरतें उचलून धरील.

गु०—

गु०— पारड्यांत घातलेले विषम भाराचे दोन पदार्थ एकमेकास सारखे तोलतील अशी कांहीं तुह्मानें युक्ति योजवेल काय? त्या पदार्थास पारड्यांतही घालावें नलगे कांकीं पारडीं तराजूरूप यंत्राचे अवुगतांश नव्हेत, त्यांचाठायीं यांत्रिकशक्ति नाहीं, पदार्थ तोलावयास चांगलें साधावें ह्मणून मात्र पारड्यांचा उपयोग पडतो, तराजूचे दोहों शेवटांस पदार्थ टांगिले असतांही काम होतें.

गो०— हलका आणि भारी पदार्थ समतोल करावयास सांगतां काय? असे पदार्थ कोठें समतोल होतील, असें मला तर महाराज वाटत नाहीं.

गु०— या तराजूचा टेंका चालता आहे; यास आपल्या स्थानापासून काढून तराजूचे दुसरे कोणे भागीं ठेवितां येतें; आतां यास दांडीचे मध्यभागापासून काढून अन्यभागीं लाविलें आहे.

ही आकृति पहा॥



गो०— दुसऱ्या भागीं लाविला खरा, परंतु अशा तराजूस कोणी खरी तराजू ह्मणणार नाहीं, कांतर इचे दांडीचें जें लांब शेवट तें खालीं नमतें आहे.

गु०— टेंक्याचे योगानें दांडीचे जे दोन भाग घडतात. त्यांस दांडीचीं

चीं दोन अंगें असें ह्मणतात; यास्तव दांडीचें लांब शेवट असें ह्मणूनये, लांब अंग असें ह्मणावें. उच्चाल्यभाग आणि उच्चालकभाग, असेंही या अंगांस ह्मणतात.

या तराजूविषयीं तुझें बोलणें खरें आहे, ईचीं पारडीं खालीं वर झालीं आहेत, ही खरी तराजू नव्हे, तथापि जा उच्चालनाचा टेंका गुरुत्वमध्याशीं समानाधिकरण नसतो, त्याचे अंगीं कोणती योग्यता येती, हें तुला या खोटे तराजूवरून कळूं येईल.

कृ०— कांहीं माल तोलितां जे ठकवीत असतात त्यांसही तराजू हितकारक साधन आहे, कांतर तीचा आधार गुरुत्व मध्यापासून कांहींसा एकीकडेस करून जें पारडें लांब अंगाकडे असेल, त्यांत कांहीं माल घालून तोलले ह्मणजे त्या मालाचे खऱ्या वजनापेक्षां अधिक तोलला जातो.

गु०— पण ही ठकविद्या पारडीं रितीं झालीं असतां, तीं समतोल असत नाहींत, तेणेंकरून सहजांत बाहेर पडती.

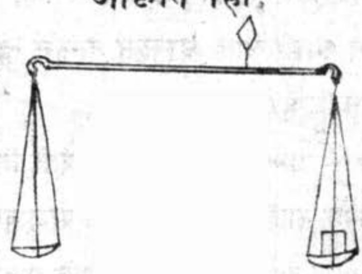
कृ०— खरें: महाराज म्या हें लक्ष्यांत आणिलेंच नव्हतें, बरें लांब अंगाचें पारडें तोकडया पारडयाशीं समतोल का असत नाहीं, हें मला कळत नाहीं.

गो०— तोकडे अंगाचे पारडयापेक्षां तें पारडें भारीं असतें तेणेकरून तराजूचा गुरुत्वमध्य निराधार होतो, ह्मणून तीं पारडीं समतो-

ल राहत नाहींत.

गु०— तीचा गुरुत्वमध्य तीचे केवळ टेंक्याशी नसतो, त्या मुळें तीचीं पारडीं विषमतोल होतात, हें तुझें उत्तर सत्य होय; परंतु ती तराजू उक्तस्थितीवर असतां तीचा गुरुत्वमध्य केवळ तिचे टेंक्याशीं येई असें केलें, तर पुनः तीं पारडीं समतोल होतील; कांकीं गुरुत्वमध्या भोंवते पदार्थाचे सर्व अवयव समतोल राहतात.

कृ०— त्या उक्तस्थितीवर तराजू असतां तिचीं पारडीं, समतोल करावयाजोगी एक मला युक्ति आतांच सुचली; आपण दांडीचे ताकडे अंगाचे पारड्यांत भारी वजन घालूं, आणि दुसरे पारडयांत हलकें घालूं. आकृति पहा.



महाराज माझी युक्ति पार पडली. तोकडे अंगाचे पारड्यांत दोन शेर वजन असलें तर लांब अंगाचे पारडयांत एक शेर घालावें. म्हणजे दोनही समतोल होतात.

गु०— होईल यांत संशय काय, भारी पदार्थ आणि हलका पदार्थ समतोल करावयास अशक्य नाहीं; तोलतानां वंचना करण्याची जी युक्ति तुला आढळली होती, ती हीच आहे याच न्यायें क-

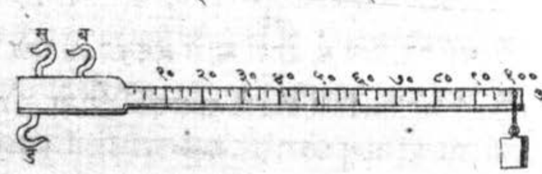
रून

रून बारा शेर वजन घालून पंधरा शेर तोलून दाखवितात.

कु०— तराजूचे आधारस्थानापासून वजन जसें जसें दूर, तसें तसें त्या वजनाचे अंगीं अधिक गुरुत्व येतें. यावरून मला असें वाटतें, कीं कसाही भारी पदार्थ असला तथापि एका वजनानें तोलला जाई अशी एक तराजू करितां येईल. बरें पहा एकच शेर वजन दांडीस लावून, त्यास आधारस्थानापासून मागें मागें हटवीत गेलें, तर त्या एक शेर वजनें करून पांच, दहा, किंवा वीस शेर ज्याचा भार असा पदार्थ तोलला जाईल, आणि दांडी जितकी लांब पाहिजे तितकी असल्यास. शेंकडों शेरांचाही पदार्थ तोलेल.

गु तोलेल खरा. परंतु बाबा काय करावें तुझ्या आधींच इतरांनीं ही कुशल युक्ति काढिली आहे. बरें या युक्तीवरून तुझी प्रशंसा होणार नाहीं म्हणून तूं खिन्न होऊं नको, परंतु याच युक्तीनें जें यंत्र उत्पन्न झालें, त्याचे अंगीं किती सुयंत्रता आली आहे, हें जाणून सुखी रहा. या यंत्रास तूळ म्हणतात; आणि मोठे मोठे पदार्थीचें अल्पायासानें ही आकृति पहा.

उन्मान करावयास
हें यंत्र योजीत अ-
सतात. या यंत्रा-



स

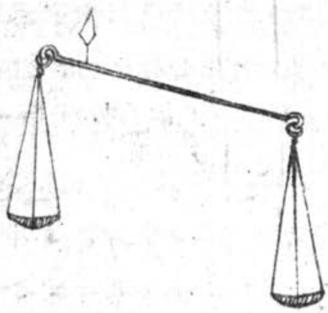
स लोहादि द्रव्याची चौरस इत्यादिरूप अ, दांडी अस ती जीचे पूर्व कपटे भागाचे वरले अंगास जो आंकडा असतो तो आधार स्थानरूप होय, आणि त्याच भागाचे खालील अंगास ड आंकडा पारड्याचे स्थानीं आहे, या आंकड्यापासून स, आधारस्थान दोन इंच लांब आणि दांडीचा उत्तरभाग दोन फुट लांब राहतो; जास वजन आंकड्यानें लटकावितात, या भागावर क्रमें करून अंक काढले असतात. आतां तें वजन यावर आधारस्थानापासून मागें मागें हटवीत आवें, आणि तोल्य पदार्थांचा भारानुरूप जा अंकावर तें येईल, त्याप्रमाणें तितके शेर, किंवा जें वजन असेल तें आणावें; वजन या दांडीचे उत्तरभागाचे अंतीं आल्यास शंभर शेर होतात.

कृ०— आणि तें तर शेरापेक्षां कांही अधिक दिसत नाहीं. बरें महाराज हा दुसराच आंकडा, आणि अंकाचे मधील अवकाशांत जा आडव्या रेषा, या किमर्थ होत.

गु०— तोही आंकडा आधारस्थानरूप होय, आणि त्या रेषानीं दुसऱ्या प्रकारचें वजन आणावें. लघुपदार्थ तोलावयाचे असले म्हणजे त्या तुळास दुसऱ्या आधारस्थानीं धरितात, आणि वजनास यां रेषांवरून मागें मागें हटवून दांडीचे अग्रभागीं जरी आणलें, तथापि वीसच शेर होतात. आतां तराजूविषयीं आपला सं-

बाद पुनः चालवूं. दुसऱ्या उच्चालनाचें विवेचन करावयास या तराजूचीं पारडीं काढून इची दांडी उच्चालन रूप मानावी. ही दांडी अशी केली असतां इचें आधारस्थान चलन मध्य होतें, मग तो

ही आकृति पहा.



गुरुत्व मध्य रेषेंतून बाहेर पडो अथवा न पडो, इचे इतर भाग चलन पावत असतां आधारस्थान मात्र अचल राहतें, तस्मात् त्यास अवश्य चलन मध्यत्व असावें.

गो॰— आतां हें उच्चालन भडभुंजाचे फिरते लाटेसारिखें दिसतें. जा खुंट्यावर ती लाट फिरती. तो खुंटा याचें आधारस्थान होय.

गु॰— चलन मध्यापासून पदार्थ जितका जितका दूर, तितका त्याचा वेग विशेष, त्या मागील वाक्याचें स्मरण कर ह्मणजे लाटीचें चलन तुझ्या लक्ष्यांत येईल.

गो॰— त्या वाक्याचा स्मरणावरून लाटीचें चलन मला पुरतेपणी समजेल.

गु॰— तेह्मां उच्चालनाचे तोकडे भागाचे चलन वेगापेक्षां त्याचे लांब भागाचा चलनवेग विशेष असा तुला बोध झालाना?

कृ॰

कृ०— होय यांत काय संदेह; कांकीं तो भाग चलन मध्यापासून अधिक दूर होय; बरे महाराज एके पडलेल्या ताडावर फळें आडवें आहे, त्या फळ्याचे दोहों शेवटांवर मी आणि गोपाळ बसून एकमेकास उडवीत असतों, तेव्हां तें फळेंही एक उच्चालन असावें.

गु०— होय उच्चालनच आहे, तें ताडाचें आधारानें भूमीपासून उचललें राहतें म्हणून तो ताड त्याचें आधारस्थान त्या उच्चालनाचे शेवटावर जे बसणारे त्यांतील एक उच्चालक, आणि एक उच्चाल्य असें समजावें. त्या फळ्यावर बसणारांचा भार जर समान असला, तर त्या फळ्याचे दोन्ही भाग एकसारखे लांब राहतील, असें त्यास त्याचे आधार स्थानावर ठेवावें लागतें; आणि बसणारांचा भार विषम असल्यास त्या फळ्याचा एक भाग विशेष लांब ठेवून, ज्याचा भार उणा आणि जो उच्चाल्याचे स्थानीं असतो, त्यास त्या लांब भागावर बसवावें लागतें हें तुझ्या ध्यानांत आलें आहे ना?

गो०— होय मला आपले धाकटे भावा संगें जेव्हां बसावें लागतें तेव्हां तसेंच करावें लागतें, आणखी मला असें आढळलें आहे, कीं लांब शेवटावर बसणारास शीघ्रवेगानें अधिक उडायास सांपडतें; तें शेवट मध्यापासून विशेष लांब म्हणून तसें होतें हें आज मला समजलें.

समजलें.

गु०— तुझा धाकटा भाऊ विशेष वेगानें चलन पावतो, तेणेंकरून त्याचें आणि तुझें चालकत्व समान होतें.

गो०— होय असा त्याचे अंगीं विशेष वेग असतो, तसें माझेही ठायीं विशेष गुरुत्व राहतें; एकूण त्याचें आणि माझें चालकत्व समान आहे, खरें. परंतु महाराज आपण बोलिला कीं, उच्चाल्यापेक्षां उच्चालकाचा जर व्यापार अधिक असला, तरच यंत्राचे अंगीं व्यापारिता उत्पन्न होतो; तेव्हां त्या फळी वरील बसणारांचे चालकत्व समान असल्यास ती फळी चलन कोठून पावेल.

गु०— ती फळी भूमीकडे होऊं लागली, ह्मणजे त्या बसणारांनीं लटकजण आपले पाय भूमीस लाविनो तेणें करून भूमीचा प्रत्याघात त्याचे पायांवर घडतो, त्यामुळें त्याचे अंगीं पुनः पुनः चलन येतें. उच्चाल्याचे आणि उच्चालकाचे समतोलपणांत या प्रत्याघातें करून वैषम्य उत्पन्न होतें जर न होतें तर ती फळी निश्चल राहती, बरें उच्चालनाचे चलनाचा रोख. तुला कधीं वर्तुल खंडाकार दिसला आहे काय?

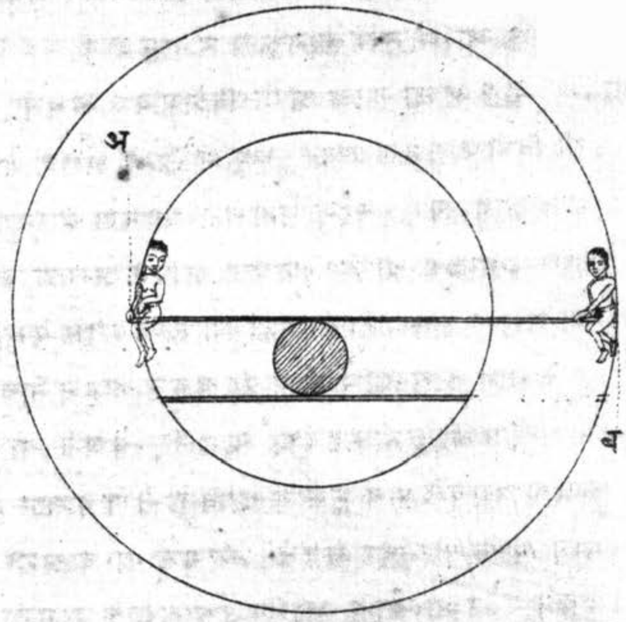
कृ०— नाहीं त्याचीं दोन्हीं शेवटें उतरतां आणि चढतां मला लंब रेषेंत दिसतात, किंबहुना म्यां तसें मानिलें आहे.

गु०— तर ती भ्रांति होय, ती तुझे प्रतीतीस यावी ह्मणून मीं एक

आकृति

आकृति का- ढतों जाणें तूं आपले कनिष्ठ बंधू समागमें, या फळीवर बसला आहेस असें कळेल. आतां तूं असें लक्ष्यांत आण, कीं या उच्चालनास आधार स्थाना

ही आकृति पहा



भोंवतें फिरणें अवश्य, कां कीं तें त्याचाच चलन मध्य आहे; तूं क्षणशील कीं अ बिंदू पर्यंत माझें चढणें आणि ब बिंदू पर्यंत माझे भावाचें उतरणें लंबरेषेंत होईल तर ही गोष्ट कदापि घडणार नाहीं; तुझे चढण्याचे आणि तुझे भावाचे उतरण्याचे रेखांस वर्तुलखंडाकारता असल्याविना दुसरी गति नाहीं. तुझे चलनाचे वेगापेक्षां तुझे भावाचे चलनाचा वेग विशेष, हें ही तुला त्या आ-

कृती

कतीवरून ज्ञात होईल कांकीं जर तुमचानीं त्या चलन मध्या भौंवतें केवळ चक्राकार फिरवतें तर तुझें मोठें चलन वर्तुल आणि गोपाळाचें धाकटें चलन वर्तुल एक्याच समयांत घडतें

गो०— माझे भावाचें चलन वर्तुल, माझे चलन वर्तुलापेक्षां मोठें आहे, तस्मात् त्याचें चलनही मजपेक्षां विशेष असावें खरें.

गु०— बरें, तुझा बंधु उच्चालनाचा आश्रय न करितां तर तुला इतक्या अल्पायासें करून उचलावयास तो समर्थ होता काय.

गो०— छत; त्याचानें मला भुंईंसांडही करवलें नसतें.

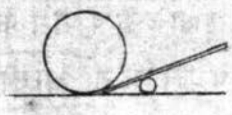
गु०— उच्चालनाचे योगें करून एवढा मोठा व्यापार करण्याची शक्ति तुझे बंधूचे अंगीं आली हें जा पेक्षां तुला कळलें, त्या पेक्षां उच्चालन शक्ति खरी करून द्यावयास कांहीं दुसरें प्रमाण नलगे.

गो०— त्याचें काय कारण. चलनें करून जडत्वजन्यप्रतिरोधकत्याचें दूरीकरण होतें, असें जें वचन आपण तृतीय संवादाचाठायीं बोलिलां, त्याचा अर्थ मला आतां कळला, माझे भावापेक्षां माझे अंगीं विशेष भार आहे, परंतु त्याचावेग विशेष म्हणून तो आणि मी समतोल होतों.

गु०— उच्चालनाचे उच्चाल्य भागापेक्षां त्याचा उच्चालक भाग जर विशेष लांब असला, तर त्या उच्चालक भागाचा व्यापारही विशेष होईल; कांकीं उच्चाल्याचे वेगापेक्षां उच्चालकाचा वेग विशे-

य तस्मात् अशा प्रकारचे उचालनें करून केवढा मोठा भार उचल-ला जाईल याची अटकळ तुझ्मानें सहजांत करवेल. वरें गोलाकारादि मोठे मोठे पदार्थ अल्यायासानें फिरवावयाचे असले, तर तरफ घेऊन तिचें एक शेवट त्या पदार्थाचे खालीं घालून आणि तिचे पाठीस कांहीं एक नेटावा लावून, तीचें एक शेवट हातीं धरून त्या पदार्थास उलटितात, किंवा सरकावितात हें त्वां कधिं पाहिलें नाहीं काय? हाही यंत्र व्यापारच आहे. मनुष्य उचालक होत; लाट उचालन, तिला जो खालीं नेटावा दिला आहे तो टेंका किंवा आधार स्थान; आणि जो पदार्थ उचलावयाचा तें उचाल्य होय,

ही आकृति पहा



आतां आधारस्थानास उचाल्य जितकें जवळ, तितकें उचालकास हलकें पडतें. उचालनाचा तीन जाति आहेत पहिल्या जातीचे उचालनास एकीकडे उचालक. एकीकडेस उचाल्य, आणि मध्यभागीं टेंका असतो.

गो॰– तेव्हां आपण जीं नाना उचालनें सांगितलीं, त्यांचा या प्रथम जातींत समावेश होतो काय?

गु॰– होय, पहिल्या जातीचें उचाल्य आणि उचालक याचे केवळ मधोमध जर तराजू सारखा टेंका असला, तर उचालकाचे अंगीं

उचा-

उच्चालकशक्ति विशेष असली पाहिजे; कांकीं अशा उच्चालनाचे ठायीं उच्चालक भागाचा जो वेग, त्यापासून कांहीं व्यापारफळ उत्पन्न होत नाहीं, त्या उच्चालनाचे दोन्ही भागांची लांबी केवळ समान, ह्मणून त्याचे शेवटांचा वेगही अवश्य समान असतो, ह्मणून तराजूपासून कांहीं यंत्रशक्तीचें साहाय्य प्राप्त होत नाहीं, ती उभय पदार्थींचें गुरुत्व अमुक असा निश्चय करावयास मात्र फार उपयोगीं पडती, परंतु उच्चालनाचें आधारस्थान उच्चाल्य आणि उच्चालक यांचे केवळ मधोमध नसलें, कांहींसें उच्चाल्याचे जवळ असलें, आणि उच्चालनाचा जो लांब भाग तिकडे उच्चालक असला तर त्याचा व्यापार उच्चाल्यास समतोल करी इतका नसावा, कांहींसा अल्प असावा, कांकीं त्याचे अंगीं विशेष वेग असतो तेणें करून त्याचे अंगीं जी व्यापार न्यूनता, ती जाऊन तितकीच व्यापार योग्यता येती अशी तुझे धाकटे भावाचे अंगीं फळीचे घोड्यानें तुला उचलून उडवावयाची योग्यता आली होती नशी.

क्र॰— तेह्वां आपणास जर मोठें ओझें उचलावयाचें असलें तर त्याचे खालीं उच्चालनाचे तोकड्याभागाचें शेवट घालून, लांब भागाचे शेवटास उच्चालक योजावा काय ?

गु॰— उच्चालनाचें शेवट ओझ्याखालीं घालावयास सापलें असतां घालावें, नाहीं तर लोहाराचे मोठे भात्यास असें वरचे अंगीं

उच्चा-

उच्चालनाचें शेवट संबद्ध केलें असतें, तसें करावें.

कृ०— होय महाराज बरें स्मरण झालें, भात्याची काठीही पहिल्याच जातीचें उच्चालन आहे, त्यास जा आडव्या लांकडावर ठेवून हालवीत असतात, तें लांकूड त्याचें आधारस्थान होय; उच्चाल्य भागास भाता बांधला असतो तें उच्चाल्य होय, आणि त्या उच्चालनाचे उच्चालक भागास लोहार आपले हातानें धरून हालवितो, तर तो लोहार उच्चालक होय.

गु०— अरे गोपाळा, जास दोन उच्चालनें आणि जी एकेच सामान्य-आधारस्थानीं जडलेलीं, असें पहिल्या जातीचें यंत्र तुझानें सांगवेल तर पहा.

गो०— कातर त्या जातीची आहे, आणखी काय!

गु०— माझा प्रश्न तुला केवळ तुच्छ वाटला; परंतु त्या कातरीचे घडणीचा त्वां विचार केला तर तुला असें कळू येईल कीं कातरीकरून अल्पायासानें कातरितां येणें, हा उच्चालन शक्तीचा गुण होय.

गो०— होय महाराज आतां मला कळू लागलें; त्या कातरींचीं जीं दोन शेवटें तीं उच्चालनें होत, तीं जा खिळीकरून ओडलेलीं राहतात, ती त्याचें आधारस्थान; त्या कातरीचे फांसे जेथें उच्चालक संबंध होतो तीं उच्चालक भागाचीं शेवटें, आणि तीचे जे छेदक विभाग

भाग ते उच्चालनाचे उच्चाल्यभाग, तस्मात् कातरीचे, हातांत धरावयाचे भाग जितके लांब आणि तिचे छेदकभाग जितके तोंकडे, तितका अल्पायासें करून पदार्थ कापला जाईल, खरा.

कृ०— या गोष्टीचा मला अनेकवार प्रत्यय आला आहे, किंतान पुष्टिपत्र इत्यादि जाडे पदार्थ कापावयाचे असले ह्मणजे कातरीचे कांहींसे खिळीजवळ धरून कापीत असतों; परंतु तसें धरिलें असतां अल्पायासानें कापतें याचें कारण मला आजपर्यंत कळलें नव्हतें; आणखी कातर उच्चालनद्वयरूप आहे, याचें ज्ञान तरी आपल्याविना मला कोठून प्राप्त होतें; बरें महाराज दिव्याची कोजळी झाडायाची कातर याच प्रकारची आहेना?

गु०— होय गावी, सांडस, इत्यादिक जीं साधनें तींही उच्चालनद्वयरूप आहेत. यांचे धरावयाचे भागापेक्षां छेदकभाग अति तोंकडे ह्मणून यांही करून बळानें ओढावयास किंवा धरून ओढावयास चांगलें साधनें.

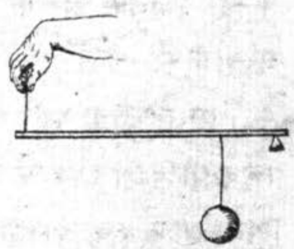
गो०— तेव्हां आणखी जीं दोन जातीचीं उच्चालनें राहिलीं त्यांचें कोणतें स्वरूप.

गु०— दुसरे जातीचे उच्चालनास उच्चाल्य, उच्चालनाचे शेवटीं असावयाचें तें उच्चालक आणि आधारस्थान यांचे मध्यभागीं असतें ही दुसरी जाती.

गो०— या जातीचे उच्चालनाचे ठायीं उच्चाल्य आणि टेंका हीं आपलीं

ळीं स्थानें परस्पर पालटितात, तेणेंकरून कोणतें फळ प्राप्त होतें ?

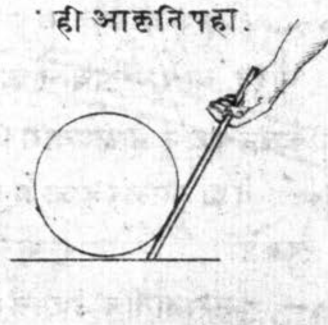
ही आकृति पहा.



गु०— एथें चलन मध्यापासून उच्चाल्य जितकें दूर असतें त्यापेक्षां उच्चालक अधिक दूर असतो, म्हणून उच्चाल्यापेक्षां उच्चालकाचा वेग अवश्य अधिक असतो, यामुळें या उच्चालनें करून अल्पायासानें व्यापार घडतो. बरें नौघणे इत्यादिकांस गोलाकारादि स्थूलपदार्थ या जातीचे उच्चालनें करून उचलितां त्वां पाहिलें आहेना ?

गो०— होय यांत संशय काय तो आपले नवघण्याचें एक शेवट ओझाचे खालीं घालितो, तेव्हां तें भूमीवर राहतें, म्हणून भूमी त्याचा टेंका; जें ओझें उचलावयाचें असतें, तें उच्चाल्य; आणि त्या उच्चालनाचे दुसरे शेवटास नवघण्याचे हात लागले असतात ते उच्चालक होत, अशा प्रकारें ओझें असतां त्यास लोटावें लागलें.

ही आकृति पहा.



तर

तर उच्चाल्यभागापेक्षां उच्चालकभाग अत्यंत लांब पाहिजे कारणकीं उच्चाल्य आणि आधारस्थान, हीं परस्पर केवळ संनिहितअसतात.

गु॰— होय कोळी आपली होडी कोरडे जागेवरून पाण्यांत घालूं लागतात, तेव्हां याच जातीचीं उच्चालनें तीचे खालीं घालून तीस लोटितात, कवाडें, पेट्यांचीं झांकणीं, हीं या दुसरे जातीचेच पोटचीं उच्चालनें आहेत.

कृ॰— होय बिजागरीं इत्यादि याउच्चालनाचें आधारस्थान, झांकण्याचे एके अंगास आपले हातानें धरून उचलितों, म्हणून हात उच्चालक होत; परंतु एथें उच्चाल्य तें कोणतें.

गु॰— झांकणें हेंच एथें उच्चाल्य जाणावें, याचे अंगीं उच्चालनताही आहे, म्हणून उच्चालक आणि आधारस्थान यां दोघांमध्यें जितका विभाग राहतो, तितक्यास तें व्यापून असतें. अडकिताही याच जातीचें उच्चालन द्वयरूप होय, याची खीळ ती याचें आधारस्थान; यांत सुपारी आदिकरून जें फोडावयास घालितात तेंउच्चाल्य आणि आपले हात उच्चालक, आतां तिसरे जातीचे उच्चालनाचे ठायीं एके शेवटास आधारस्थान, एके शेवटास उच्चाल्य, आणि मध्यभागीं उच्चालक असतो.

कृ॰— एकून टेंका उच्चाल्य, आणि उच्चालक हीं जातिपरत्वें करूनउ-

चालनाचे

च्चालनाचे दोहों शेवटांचे मधील अवकाशांत रहातात. या तिसरे जातीचे ठायीं चलन मध्यापासून उच्चाल्य जितकें दूर, तितका उच्चालक दूर नाहीं, यास्तव उच्चाल्य अल्पायासें करून उचलणार नाहीं.

ही आकृति पहा



गु०— म्हणूनच शिडी, खांब, इत्यादिक मोठे मोठे लांब पदार्थ उचलून उभे करायाचा प्रसंग पडला असतांच, या जातीचे उच्चालनाचा प्रयोग करितात, जो मुनुष्य त्यांस उभें करितो, त्याचानें त्यांचे अग्रभागीं हात घालवत नाहीं, म्हणून उच्चाल्यास दूर ठेवून, उच्चालकास आधारस्थानाचे जवळ अवश्य असावें लागतें.

गो०— होय, त्या खांबास जे हात धरितात, ते उच्चालक; त्याचे खालचें शेवट भूमीवर राहतें, म्हणून भूमी आधारस्थान; आणि त्याचा वरील भाग उच्चाल्य असें जाणावें.

गु०— मनुष्यदेहाचेठायीं ईश्वरानें या जातीचें उच्चालन करून ठेविलें आहे. हस्तेंकरून कांहीं उच्चाल्य पदार्थ उचलूं लागलें असतां हस्ताच्या उत्तरभाग तिसऱ्या जातीचें उच्चालन होतो. कोंपर हें त्याचें आधारस्थान; हस्तस्नायु हें उच्चालक; यास कों-

पर जितका जबळ तितकें उच्चा- ही आकृति पहा
ल्य यास जवळ नाहीं, ह्मणून
एथें उच्चाल्य भारापेक्षां उच्चाल-
कशक्ति विशेष असली पाहिजे.



कु०— आपासून व्यापार घडावया
स विशेष उच्चालक शक्ति लाग-
ती असें अहितकारी उच्चालन
ईश्वरानें आमचेठायीं उत्पन्न करावें, ही एक चमत्कारीक गोष्ट
होय.

गु०— आपले हस्ताचे ठायीं या जातीचें उच्चालन केलें, तेणेंकरून
आपल्यास व्यापार करायास सुकर होतात, त्या आनंदा पुढें या
उच्चालनाची अहितकारिता मनांत ही येत नाहीं; हें उच्चालन के-
वळ यथायोग्य होय, कारण कीं याचाच योगें करून हस्त नानाप्र-
कारचीं कर्में सत्वर करायास समर्थ आहेत.

आज आपण उच्चालनाचें विवरण करीत पुष्कळ वेळ बसलों.
या करितां उद्यांचे बैठकीस दुसऱ्या यांत्रिक शक्तिचें विवेचन करूं.

इति पंचम संवाद

—oo·ooooo—

अथ

अथ यांत्रिकशक्तिविषयीं षष्ठ संवाद.

जा संवादांत कप्पी, आंसास खिळलेलें चाक, उतरण, पाचर, मळसूत्र, यांचें निरूपण केलें आहे.

गु॰— कप्पी ह्मणून जी दुसरी यांत्रिक शक्ति, तीचें आतां विवेचन करावें, बरें तुह्मीं दोघांहीं कप्पी पाहिली आहेना ?

गो॰— पुष्कळदां पाहिली आहे; लांकडाचे किंवा पितळ आदिकरून धातूचे चापट गोलाकार तुकडयास लांबट भोंक पाडून, त्यांत एक त्या द्रव्याचें चाक जडलेल्या आंसावर फिरतें राही असें बसवितात, त्या चाकावरून दोर सरळ गतीनें यावा, ह्मणून यास एक खांचणीं असती; हेंच यंत्र कप्पी असें जाणावें, इला विहिरीवर जें गाडललें लांकूड असतें त्यास बांधून इचा योगानें पाणी बहुत करून काढतात.

गु॰— त्या प्रकारची जांची स्थिति त्या अचर कप्प्या होत, यांचे योगें करून उच्चालकशक्तीची वृद्धि होत नाहीं, ही आकृति पहा ह्मणजे याचें तुला परिज्ञान होईल.

ही आकृति पहा.



कृ॰— होय प उच्चालकास व उच्चाल्यापेक्षां अधिक शक्ति

असल्या

असल्या विना वल्ला उचलवणार नाहीं, तस्मात् अचर कप्पीचा योगानें उचालक शक्तीची वृद्धी होत नाहीं बरें अशी गोष्ट असतां यांत्रिक शक्तींत कप्पींचें परिगणन करणें यांत कोणतें फळ ?

गु०— ही पुढील आकृति चर कप्पीची आहे, इला पहा, ह्मणजे अशा स्थितीचे कप्पी पासून जें यंत्र व्यापार फळ उत्पन्न होतें तें, तुला कळूं लागेल, अरे चर कप्पींत घातलेला असा जो डइ दोर. तेणें करून व बुधल्यास प हातानें उचलून धरिलें असतां जितकें हलकें येईल, तितकें जा दोरास कप्पी नाहीं त्याणें त्या बुधल्यास उचलून धरिलें, तर हलकें येईल काय ?

गो०— नाहीं येणार; हलकें येण्याचें कारण हेंच, ह ह्मणून जो आंकडा बसविलाआहे त्यास डइ दोराचें एक शेवट बांधितात, तेणें करून त्या आंकड्यावर बुधल्याचा अर्धा भार येतो; तेव्हां हातास अवशिष्ट अर्धा भार मात्र संभाळावा लागतो.

ही आकृति पहा.



गु०— बहुत बरें; उचाल्यास उचलून धरित असतां जें सहाय्य

आंक-

आंकड्या पासून उत्पन्न होतें, तेंच साहाय्य त्यास वर ओढूं लागलें असतां त्या आंकड्या पासून प्राप्त होईल; आणि हातास जा पेक्षां अर्धाच भार उचलून धरावा लागतो, त्या पेक्षां त्यास वर ओढता-नां अर्धाच भार घ्यावा लागेल. परंतु पहा चरकप्पीचा योगानें उ-च्चाल्यास उचलूं लागलें असतां, उच्चाल्याचे अंगीं जो वेग उत्पन्न होतो त्याचे दुप्पट उच्चालक जो हात त्याचे अंगीं उत्पन्न होतो. असें कीं जर उच्चाल्य एक इंच उचलावें लागलें, तर हातास ड इ दोर दोन इंच ओढावा लागेल: तस्मात् दोर दोन इंच वेग पावतो. आणि उच्चाल्य एकच इंच वेग पावतो.

कृ०— होय. हें मला कळूं लागलें. असें कीं प याणें दोर जर एक इं-च ओढला. तर उच्चाल्य अर्ध इंच उचलेल कारण कीं ड इ हे दोराचे दोन पदर अर्ध अर्ध इंच उचलतात, आणि हे अर्ध अर्ध इंच उचल-तात म्हणून ती कप्पी त्या बुधल्यास हीत अर्धच इंच उचलती.

गो०— दादा याच्या तर मला कांहीं बोध होत नाहीं; माझी अशी मंद बुद्धि यास मीं काय करूं, बरें मला असें वाटतें, कीं उच्चालक दोर जि-तका ओढील. तितकेंच उच्चाल्य उचलेल.

गु०— बरें तर हा विषय मीं तुला सुबोध करून देतों. पहा. एके चौ-रंगाचे पायास दोरी बांधून, ती दोरी एक हात ओढली, येणें करू-न काय पडलें.

गो०— दोरी एक हात ओढली, येणें करून चौरंगही एक हात ओढला.

गु०— होय, अशा व्यापारें करून एके अचर कप्पीचें स्वरूप दर्शविलें जातें, आतां तुला चर कप्पीचें स्वरूप निरूपण करावें, एतन्निमित्त त्या चौरंगास या बांकापासून कांहींसा दूर ठेवून त्याज भोंवती दोरी घालून तिचें एक शेवट या बांकाचा पाय जो त्या अडलेल्या आंकड्याशीं सदृश त्यास बांधून एके शेवटास धरून ओढितों. पहा ई दोरी दोन हात ओढली तेणें करून तो चौरंग किती ओढला बरें ?

गो०— होय, होय, आतां मला तें कळलें. जा उच्चाल्यास ती चर कप्पी ओडली आहे, तें या चौरंगाचे स्थानीं आणावें; आणि या वरून प्रत्यक्ष सिद्ध होतें कीं दोरी जितकी लांब ओढावी त्याचे अर्धानें उच्चाल्य ओढलें जातें. अचर कप्पीचे ठायीं जसें दोरीस उच्चाल्य लटकवितात. तसें चर कप्पीचे ठायीं दोरास लटकवीत नाहीं, कप्पीस लटकावितात म्हणून त्याजवर भिन्न व्यापार घडतो हें म्यां लक्ष्यांत आणिलें नव्हतें. या मुळें इतका मीं भ्रमचक्रांत पडलों होतों.

गु०— परंतु एक अर्थी पाहिलें असतां चर कप्पीचा योगें करून उच्चाल्य उचलावयास अल्प आयास लागावे, तें अधिक कसे लागतात, कारण कीं उच्चाल्य जितकें उचलावें, तितक्याचे दुप्पट दोरी ओढावी

टावी लागती; अचरकप्पी अशी नव्हे तिचा योगानें, किंवा वियोगानें, दो गी जितकी ओढावी तितकें उच्चाल्य ओढलें जातें, जसेंती नसतां एव्हवींच दोरी ओढल्यानें.

गु०— उच्चाल्य उचलावयास जे आयास लागतात, त्याचा चरकप्पीचे योगानें विभाग होतो, हेंच चरकप्पीचें फळ, इचासंगें उच्चाल्य जितकें उचलावें तितक्यापेक्षां दोरी दुप्पट ओढावी लागती खरी, परंतु एथें जी उच्चालकशक्ति लागती तिचे दुप्पट उच्चालकशक्ति या यंत्रावांचून कांहीं उचलूं लागलें असतां योजावी लागती.

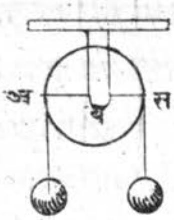
कृ०— तेव्हां जसे एक भारी उच्चाल्याचे दोन सम विभाग करून ते एका मागून एक उचलिले असतां, जसे आयास उणे होतात. तसेंच चरकप्पीचा योगेंकरून होत असेल.

गु०— होय तसेंच होतें आणखी उच्चाल्याचे वेगापेक्षां उच्चालकाचा वेग दुप्पट असतो, या करितां उच्चालक उच्चाल्याचे अर्धा असला पुरे. ह्मणजे या उभयतांचें चालकत्व समान होतें.

गो०— उच्चालकाचे अंगीं जी शक्तीची न्यूनता, ती त्याचे योगाधिक्येंकरून नाहींशी होती, असा विचार कण्यांचे ठायीं आहे, तस्मात् यांचा व्यापार उच्चालनाचेच न्यायेंकरून घडतो.

गु०— होय; आणखी सर्व यांत्रिकशक्ति त्याच न्यायाश्रयेंकरून उत्पन्न झाल्या आहेत, असें तुला कळूं येईल, बरें उच्चालनाचे स्वरूपानु

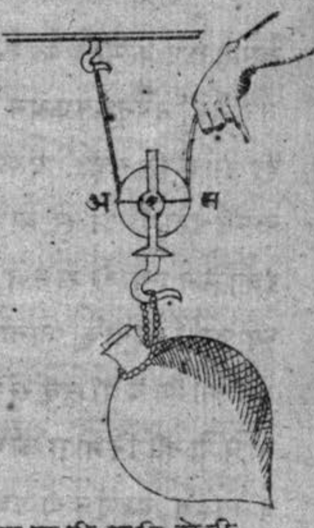
रूपानुरूप कप्पीच्या स्वरूपाचें कथन व्हावें, असें तूं इच्छित असलास, तर तेहीं तदनुरूप कथन केलें जाईल.



ही आकृति पहा. एकट्याच अचरकप्पीचेठायीं अ स म्हणून जी रेषा ती उच्चालन स्थानीं समज, ब हा चलनमध्य असें मानावें; आतां अ पासून ब पर्यंत आणि ब पासून स पर्यंत, हे उच्चालनाचें दोन्ही विभाग लांबीविषयीं समान आहेत, म्हणून या उच्चालनापासून काहीं यंत्रशक्तीचें साहाय्य प्राप्त होत नाहीं; एथें उच्चाल्य आणि उच्चालक यांस समतोल करायाचें असल्यास, उभयतांचा भार एकसारिखा असावा; आणि उच्चाल्यास उचलावयाचें असल्यास उच्चाल्यापेक्षां उच्चालकाचा भार विशेष असावा.

क्रु० – परंतु यांत्रिक साहाय्य देणारी अशी जी चरकप्पी, तिचे विषम विभागाच्या उच्चालनाशीं कसें साम्य घडेल ? ईचे आंसानें तर अवश्य ईच्या मध्यभागीं असावें, याकरितां ईचा एक भाग रुंद, व एक भाग अरुंद, असें कसें घडूं शकेल.

गु० – नाहीं घडूं शकणार परंतु चरकप्पीचा विचार असा आहे कीं ज्या स्थानीं दोराचा स्पर्श होतो, तें स्थान चरकप्पीचा चलनमध्य आहे



हें अ पासून ब पर्यंत त्या कप्पीचा अर्ध व्यास हा तिचा तोकडा भाग आहे; आणि अ पासून स पर्यंत जो तिचा पूर्ण व्यास हा लांब भाग होय.

कृ०— बरें वर कप्पीच्या योगानें उच्चाल्य उचलावयास जितका काळ लागतो तितका तिजवांचून उचलूं लागलें असतां लागत नाहीं. असें दूषण या कप्पीवर द्यावयास जागा आहे. कां कीं एथें उच्चालक शक्तीचा जसा लाभ होतो तशीच काळाची हानि होती.

गु०— एका अर्थी लाभ आणि एका अर्थी हानि हा तर बाबा न्यायपंत्राचे ठायीं नियत आहे. वर कप्पीचे ठायीं या न्यायाची जशी प्रवृत्ति तशीच उच्चालनाचे ठायीं आहे. आणि दुसरे यांत्रिक शक्तीची ही हीच अवस्था. असें तुला पुढें कळूं येईल.

गो०— यांत्रिक शक्तीचा योगें करून एका अर्थी जसा लाभ होतो. तसीच एके अर्थी हानि होत असती; तर त्या असून फळ काय?

गु०— अरे देवानें आपणास जी उच्चालक शक्ति दिली आहे. तिची तर वृद्धि आपल्या हातून होत नाहीं. आणि कसेंही उच्चाल्य भारी असलें तथापि यांत्रिक शक्तीचा योगानें आपल्या स्वाभाविकच्या बळेंच

रून उंचलितां येतें. तेव्हां यांत्रिक शक्तीचे फळाची थोरी काय वर्णा-
वी ! उखाल्य आपणास उचलवेना असें झालें. म्हणजे त्याचे आ-
पण विभाग करून एका मागें एक उचलून असें काम पार पाडि-
तों. तसाच व्यापार करण्याची योग्यता यांत्रिकशक्तीचा योगानें
आपल्या अंगी येती. असा व्यापार करावयास काळाची हानि
होत्ये खरी. आणि तुझाही तसाच सिद्धांत आहे. परंतु पहा का
काचा व्यय करून उखालकत्वाची प्राप्ति करून घेतों. हा केव्हडा लाभ
होय. आपण पराकाष्ठेचें श्रम करावें तेव्हां कोठें आपले स्वाभाविक
शक्तीची किंचित् वृद्धि होत्ये. म्हणून त्या स्वाभाविक शक्तीचे वृध्यर्थ
काळाचा व्यय करावा लागल्यास. काळ आपल्या घरचाच आहे.

दोराचे योगानें अनेक कप्प्या ओडून त्यांची संख्या जसी जसी
वाढवावी. तसे तसे उखाल्यास उचलावयास अल्प आयास लागता-
त. कारण जितक्या दोऱ्या असतात किंबहुना कप्प्यानी दोरीचे जित-
के विभाग झाले असतात. तितक्यांत उखाल्याचाभारवांटला जातो
असा आतां तुला बोध पुर्वानुसंधानें करून होईल. या प्रकारें अ-
नेक कप्प्या जोडलेल्या असल्या म्हणजे त्यांस कप्प्यांचे जुळें असें म्ह-
णतात. नौकादिकांचे ठायींशीडकाठी किंवा कांहीं माल उचलावया-
स अशा जुळ्यांचा प्रयोग तुझे दृष्टीस पडला असेल.

कृ०— बरें जर अचर कप्पीपासून आपणास कांहीं यांत्रिक फळ

प्राप्त

प्राप्त होत नाहीं. तर तिचा प्रयोग कां करितात ?

गु० — जरी अचरकप्पीचा योगानें उचालक शक्तीची वृद्धि होत नाहीं. तथापि उचालक रेखाच्या पालट करावयास ही कप्पी बहूतकरून उपयोगी पडते. आकाश दिवा उच्च प्रदेशीं चढवावयास अचरकप्पी योजावी. म्हणजे उचालकाच्या रेखा अधः प्रवण होती आणि तेणें करून ओझें उचलावयास चांगलें साधतें. जर अचरकप्पीचा योग नाहीं. तर असें स्वल्प कर्म करावयास मोठे विचार पडतात

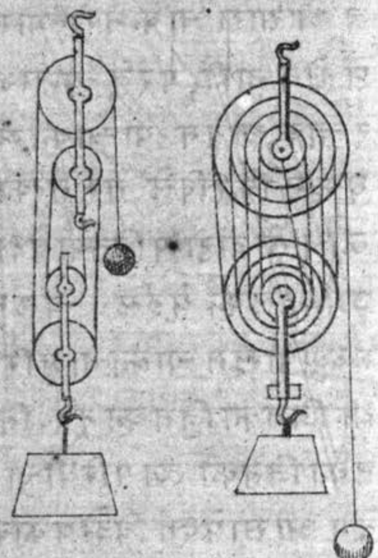
गो० — आकाश दिव्याचे खांबावर चढावयास व वरती तो दिवा ओढावयास काहीं अडचण पडत असेल खरी. आतां मला आठवण पडली. सुतार. गंवडी. इत्यादिकांस प्रायशः या साधनें करून कांहीं लहान लहान ओझीं उचलितां म्यां पाहिलें आहे. याणें तर बरींच कामें होतात.

गु० — नावाडी जरी डोलाचे काठी खालीं असतात. तथापि अचर कप्पीचे योगानें त्यांस डोलकाठीचे अग्रीं शिडें चडवावयास साधतें. आणि कप्प्यांचीं जीं जुळीं असतात त्यांचे यांत्रिक शक्तीनें तीं शिडें चढवावयास आयास अल्प लागतात. यावरून असें जाणावें कीं नौका हाकारितां उचालकाचे रेखाचें पालटणें. आणि उचालकशक्तीची वृद्धि होणें. हे दोन लाभ कप्प्यांचा योगें करून एके-

च

च समयीं प्राप्त होतात.

छ०— होतात खरे. परंतु मागील आकृतींत आपण मला जोडलेल्या कप्प्या दाखविल्या, त्याप्रमाणें जोडलेल्या कप्प्या नौकादिकांचे ठायीं दृष्टीस पडत नाहीं.

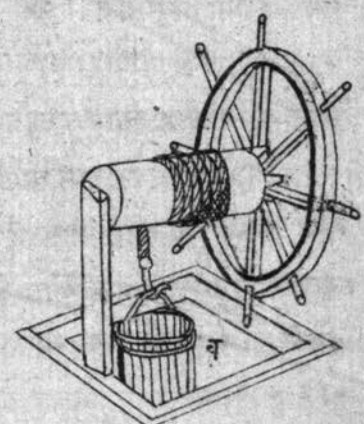


गु०— नौकादिकांवर बहुधा या आकृती प्रमाणें जोडलेल्या कप्प्या असतात: एके दोरीकरून कोणत्याही रीतीनें कप्प्या जोडल्या असोत. तथापि त्यांज पासून यांत्रिक शक्ति एकसारखीच उत्पन्न होती. इतकेंच कीं त्यांचे ठायीं उच्चालन व्यापार असावा

आंसास खिळलेलें चाक ही तिसरी यांत्रिक शक्ति होय. या आकृतीवरून असें कल्पावें. कीं कोणी एके विहिरीवर पाणि काढावयास आंसा सहित चाक बसविलें आहे. चडच्चाल्य हा एक भरलेला हांडा आहे. हा चाक फिरविलें असतां दोराचे योगानें विहिरींतून वरता येतो: बरें तोच हांडा काढावयास चाक टाकून उ

सत्या

सत्या आंसास फिरवूं लागलें असतां काहीं यंत्रफळ प्राप्त होत नाहीं. अचरकप्पी किंवा उच्चालन जाचें आधारस्थान केवळ मध्यभागीं ह्मणून त्यापासून जसें काहीं यंत्रफळ होत नाहीं तसेंच आंसास चाक नसल्यास त्याजपासूनही काहीं फळ प्राप्त होत नाहीं; परंतु त्यासजर चाक लावून त्या चाकास धरून फिरविलें, तर तत्काळींच तो हांडा पहिल्यापेक्षां अतिहलका येईल. चलनमध्यापासून चाकाचा परिधी जितका जितका दूर, तितका तितका त्या परिधीचा वेग आंसापेक्षां विशेष कांकीं आंसासहित चक्रचलन पावत आसतां, चक्रापासून मोठें वर्तुल व्हावयास जितका काळ लागतो, तितक्याच काळांत आंसापासून लहान वर्तुल होतें, तेव्हां यावरून असें सिद्ध होतें कीं, आंसाचे परिधीपेक्षां चाकाचा परिधी जसा जसा मोठा, तसी तसी उच्चालक शक्तीची वृद्धि होत जाती, असें कीं आंसाचे वे



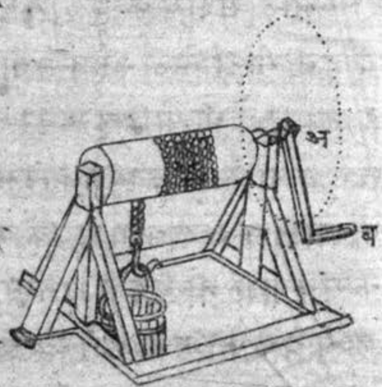
गापेक्षां

गापेक्षां च्याकाचे परिधीचेठायीं बारापट वेग असला तरउ-च्चाल्य उचलावयास जी शक्ती व्हावी, तिचा उच्चालकाचे ओं-गीं बाराव्या अंशाहीजरी असला तथापि तोउच्चाल्यास उच-लील.

कृ० - तेव्हां च्याक आणि ओंस मिळून जें उच्चालन, याचा तोकडा भाग ओंस आणि लांब भाग च्याक, असें आणावें.

गो० - पाणि काढावयाचीं जीं असीं साधनें. त्यांस फारकरू-न च्याकाचे स्थानीं एक वांकडा खुंटा असतो, आणि त्या-स फिरविलें ह्मणजे च्याकाचे सारिखें कार्य होतें.

गु० - तें या आकृती सारिखें अ-सतें, आतां ओंसास फिरवितां खुंट्यापासून बिंदुरूप वर्तुल घडलें आहे, तें पहा. ह्मणजे तुला असें कळेल कीं अह्मणू-न जो खुंट्याचा भाग ओंसास जोडला आहे, तो च्याकाचे र-द्याचे स्थानीं आहे, आणिते-णेंकरून अवघ्या च्याकाचा व्यापार घडतो, आतां खुंट्याचा दुसरा ब भाग राहिला



तो

तो च्याक फिरवावयास मात्र उपयोगीं पडतो, त्याजपासून काहीं यांत्रिक फळ होत नाहीं.

बहुतेक यंत्राचे मुख्य मुख्य अवयव चक्रें आहेत, यांचा प्रयोग नाना रीतीनें करितात; यांस जेव्हां आंसास बसवावें, तेव्हां याजपासून यांत्रिक फळ सर्वदा एकच न्यायेकरून प्राप्त होतें, अर्थात् आंसाचे परिधीपेक्षां च्याकाच्या परिधी जसा जसा मोठा, तसी तसी उच्चालक शक्तीची वृद्धि होती.

गो० – चक्र जितकें मोठें तितका त्याच्या व्यापार विशेष.

गु० – यांत संशय काय. मुंबईचे कोटांतल्या मांडवीत, तारवांतून मोठीं मोठीं ओझीं तीरीं काढावयासजें यंत्र केलें आहे, तें जर कधीं पाहिलेंस तर त्याचे चक्राचाअति विशालतेवरून तुला फार आश्चर्य वाटेल; त्याज सारिखीं इंग्लंद देशांत धान्यादिक दळावयास किंवा कितिएक उपयोगी पदार्थ करावयासजीं यंत्रें करितात, त्यांचीं चाकें विशाल असतात, ज्याचे येकेफेन्यानें अवघ्या यंत्राचे अंगी चलन निर्माण होतें; आणि यापासून जरी एवढा मोठा व्यापार घडतो, तथापि यास फिरवावयास एक किंवा दोन घोडे पुरत; कोणें समयीं घोड्याचे स्थानीं जलप्रवाह पतनाची योजना करू-

न काम पारपाडितात. ह्याच व्यापार घडावयास सबळ आणि स्वस्त असें एक वाफेचें यंत्र हातीं आलें आहे, अशीं वाफेचीं यंत्रें मुंबईमध्यें सरकारानें गोदींतील पाणी काढावयास, व नव्या टंकसाळींत रुपये पाडावयास योजिलीं आहेत, आणि माझे ऐकिण्यांत आलें आहे, कीं फ्रामजी कावजी सेट यांहीं कामाटपुऱ्याजवळचे टांकींत पाणी न्यावयाकरितां हेंच यंत्र योजिलें आहे.

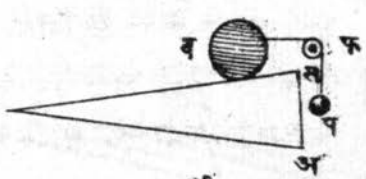
गो० – आणखी असें ऐकिलें आहे, कीं धान्यादिक दळावयास वायुयंत्र ह्मणून एक साधन असतें, त्याचे अंगीं वायुप्रेरणेंकरून व्यापारिता येती हें खरेंच काय?

गु० – खरें यांत संशय काय; यंत्र वायूचे गमनाभिमुख असलें, ह्मणजे त्याचें चक्र तो सहज फिरवितो, जलादिकांवर यंत्राचा योगेंकरून आपण स्वामित्व पावतों, आणि जे श्रम मनुष्यांस करावे लागतात ते त्यां द्रव्याहीं करवितों, ह्याच यंत्र प्रयोगाचा परम उपयोग, आपणास जो उद्योग करायाचा असतो, तो वायु, जल प्रवाहाचें पतन. किंवा वाफेची विस्तारिता शक्ति, इहींकरून होऊं लागला ह्मणजे आपल्यास व्यापारास नियमाप्रमाणें राखण्याविषयीं लक्ष्य मात्र ठेवावें लागतें, दुसरें काहीं

करावें

करावें लागत नाहीं.

उतरण ही चौथी यांत्रिकशक्ति होय मोठमोठीं ओझीं अल्पायासें ओढलीं जावीं, म्हणोन जा उतरत्या स्थानाचा आश्रय करितात, तेंच स्थान उतरण होय, काहींएक उच्चाल्य लंबरेषानुरूप उचलावयास श्रम लागतात, त्यापेक्षां उतरत्या जागेवरून ओढावयास अत्यंत श्रम लागतो, हें तुला आपल्या आपण कळत असेल. ही आकृति पहा. जसा अन्य यांत्रिक शक्तीचे ठायीं काळाचा व्यय करून अल्पश्रम व्यापार प्राप्त करून घ्यावा. तोच न्याय याही यांत्रिक शक्तीचे ठायीं आहे.



व उच्चाल्याचें अ पासून स पर्यंत चलन व्हावयाचें, तर एथें ब पासून स पर्यंत व्हावें लागतें, सारांश उतरणीचे उंचीपेक्षां तिची लांबी जसी जसी अधिक असती. तसा तसा उच्चाल्याचा भार उणा होत जातो. उदाहरण, अ स हें जीचें अंग पांच हात उंच, आणि ब स हें अंग पंधरा हात लांब, अशा उतरणीवर चोवीस शेर भाराचें ओझें असल्यास, त्यास कप्पीचे योगानें आठ

शेर

शेर भाराचें उच्चालक समतोल करील, आणि काहीं अधिक भाराचें असल्यास त्या ओझास वर ओढून घेईल.

कृ० - होय; आपण सांगता तसें होईल खरें; कारण त्या ओझास अस तोंकड्या रेषेंतून ओढितां त्याच्या अवघा भार एकत्र असतो, आणि बस लांबे रेषेंतून ओढितां तो भार लांबीवर पसरला जातो.

गु० - पाचरही एक दुसरी यांत्रिक शक्ति होय. ही वस्तुतः दोहों उतरणीचे संयोगानें घडली आहे, इला काष्ठादिक चिरावयास योजितां तुह्मीही पाहिलें असेल. ही आकृति पहा, काष्ठादिक जे पदार्थ पाचर घालून चिरावयाचे त्यांचे त्यांचे अंगी



जें स्नेहाकर्षकत्व असतें, तेंच एथें उच्चाल्य स्थानीं मानावें; पाचरीचे अर्धे रुंदीपेक्षां तिची लांबी जसीजसी अधिक, तसेतसे पदार्थ अल्पायासानें चिरले जातात, ह्मणजे अ पासून ब पर्यंत लांकूड चिरलें असतां ती चीर उभी स पर्यंत जाती.

कृ० – दोन उतरणी मिळून पाचर झाली आहे, त्यापेक्षां ती अमिश्र यांत्रिकशक्ति नसावी मिश्र असावी.

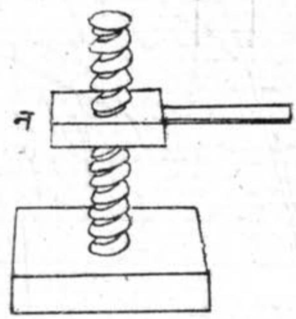
गु० – होय ती मिश्र आहे. आणि मोठेमोठे पदार्थ कापाव-याचीं जितकीं शस्त्रें, तितकीं उतरण किंवा पाचर यांचें च न्यायेंकरून घडलीं असतात. ज्यांचे धारीचें एक अं-ग उतरतें, अशी तासणी आदिकरून जीं शस्त्रें ती उतर-णीशीं तुल्यन्याय होत, आणि ज्याहींकरून मोठेमोठे का-ष्ठादि पदार्थ बरेपणें चिरितां येतात, अशीजी कुऱ्हाड, को-यता. सुरी, इत्यादि ज्यांचीं दोन्हीं अंगें उतरतीं, तीं पाचरेशीं तुल्यन्याय होत.

गो० – परंतु काहीं पदार्थाचे विभाग करावयाचे असले, तर त्याजवर सुरी ठेवून भारानें ओढिली ह्मणजे बऱ्या प्रकारें कापावयास साधतें, सुरीचे एक्या फटक्यानें उंसजो का-पितात, तो याच रीतीनें कापितात; त्याजवर जर सुरीचा प्रहार केला, तर किंचित् कापेल: परंतु प्रहार करितांच मा-गें ओढिलें, तर पूर्तेंपणीं कापेल.

गु० – त्वां सांगितल्या रीतीनें कापण्याचा हेतू हाच, कीं सुरी वस्तुतः अतिसूक्ष्म करवती आहे, ह्मणून तिला करवता सा-रिखें योजिलें असतां, पदार्थ चांगला कापतो.

मल

मलसूत्रही शेवटील यांत्रिक शक्ति होय, आणि ही दुसऱ्यापेक्षां निगूढ आहे. एक नर, दुसरी नळी, किंवा चाकी, असे दोन अवयव मिळून मळसूत्र होतें, ही आकृति पहा, ह्मणजे त्याचें तुला ज्ञान होईल, कोणे समयीं नुसत्या नरासही मलसूत्र ह्मणतात; याची आकृति मुसलाकार असती, यांचे भोंवतें जें अर्धदोराकार वेष्टन त्यास वळसा ह्मणतात; न नळींत नर फिरावा ह्मणून त्या वळशासारिखी नळीचे अंतरंगास खांचणी असती.



गो० - हें नर चोफुल्याचे कळ्यासारिखेंच आहे, तो कळा जसाजसा फिरवावा, तसा तसा त्या चोफुल्याचे झांकणाऱ्या प्रतिबंध किंवा मोकळेपणा होतो. परंतु त्या मळसूत्राचे आकृतींत नळीस जो दांडा जोडिला आहे, तो मळसूत्राचा कोण होय.

गु० - मळसूत्रास उच्चालन होय, हा मळसूत्रास नसलातर त्यास यंत्रशक्ति असें मानून प्रयोजीत नाहींत. नळीस

हें

हें उच्चालन असलें, ह्मणजे त्या दोघांस आडी असें ह्मणावें. मलसूत्रही एक निगूढ यंत्रशक्ति दिसती तथापि ही साधे यांत्रिकशक्ति सारिखी होय, चरें इला कोणते यांत्रिकशक्तीशीं साम्य आहे ?

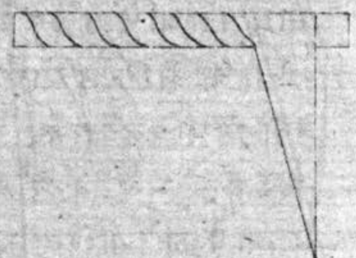
गो० - इचें स्वरूप बहुतकरून आंसास खिळलेलें चाक, ह्मणूनजी यांत्रिकशक्ति तिचे सारिखें आहे.

गु० - चाकीस मळसूत्राभोवतें उच्चालनाचे योगानें फिरवितात, तस्मात् उच्चालनापासून चक्राचेंच कार्य घडतें; आणि मलसूत्रास उच्चालन अवश्य जोडावेंही लागतें, तथापि तें मलसूत्राच्या कोणी अवयव नव्हे. आणि पहा त्या उच्चालनास एथें चक्रस्थानीं मानिलें आहे खरें, परंतु तें जसें आंसास जडलें असतें, तसें हें उच्चालन मळसूत्रास जडलें नसतें, तें तर त्या भोंवतें फिरत असतें, त्यास उलटें किंवा सूलटें फिरवावें त्याप्रमाणें ती चाकी तरावर चढती किंवा त्याजवरून उतरती.

क्रू० - मळसूत्राच्या वळसा मलातर उतरणीसारिखा दिसतो. यावरून चाकी जितक्या अल्पायासानें चढती. तसी लंबानुरूप चढणार नाहीं; आणखी तिला चढवितां सोडून दिलें, तर याचेद्याचे आधारानें ती स्थीर राहती

गु०

गु० – हें तर तुझ्या बरेंच लक्ष्यांत आलें. आतां एके कागदाचे तुकड्यास उतरणीचे आकृतीप्रमाणें कापून नराचे स्थानीं जी तुझी लेखणी तिजभोवतें गुंडाळ, ह्मणजे त्या कागदाचे कांठानें जी वलित रेषा उत्पन्न होईल, ती मलसूत्राचे वेढ्याशीं सदृश दिसेल. ही आकृति पहा.



कृ० – होय तशीच दिसती; आणि याजवरून असें कळूं येतें कीं येथें चाकी उतरणीवरच चढती. एतावता भेद इतकाच कीं ती सरळरेषेंत चढत नाहीं, वलिततर रेषेंत चढती; आणि मलसूत्रास वेष्टनाचे वेढे जसे जसे घन असतात. तशी तशी ती चाकी त्याजवर अल्पायासाने चढती, जसें जवळजवळ पायऱ्यांवरून अल्पायासानें चढता येतें. तसें दूरदूर पायऱ्यांवरून चढवत नाहीं.

गु० – होय परंतु इतकेंच, कीं त्या चाकीस पायऱ्या कमाव्या लागत नाहींत, ती एकसारिखी फिरत फिरत चढती, किंवा उतरती, आणखी पहा. मळसूत्राचे वळसे जसेजसे घन तसितसि लाटेचे फेऱ्यांची गणती वाढत जाती, एकून

आपल्यास

आपल्यास पूर्वीच्या न्यायावर येणें प्राप्त झालें असें कीं काळा-ची हानि सोसून अल्पश्रम व्यापार प्राप्त करून घ्यावा.

रू० - बरें चाकीस जोडलेलें उच्चालन लांबविलें असतां मलसूत्राचे व्यापारशक्तीची वृद्धि होईल कीं नाहीं?

गु० - निश्चयेंकरून होईल. स्थूळ पदार्थांचें आंवळणें, किंवा भारी पदार्थांचें उचलणें, इत्यादि महान् महान् व्यापार करण्याची शक्ति उच्चालनाचे योगेंकरून, मलसूत्राचे अंगी येती विलायतदेशस्थ या यंत्राच्या प्रयोग नाना कर्मांचे ठायीं करितात; मुंबईमध्यें याचे प्रयोगानें मोठमोठ्या वह्या चांगल्या प्रकारें करितात; कापूस इत्यादिकांचे थोरथोर गठ्ठे असतात, ते पहिल्यापेक्षां चतुर्थांश लहान होत, इतकें आंवळतात, याचे योगानें नाण्यावर मुद्राही करितात.

या साहा यांत्रिकशक्तीचें विवेचनाची आतां समाप्ति झाली, यांतून एक किंवा अनेक मिळून प्रत्येक यंत्र घडतें. या शक्तीविषयीं शेवटास मला एक वचन बोलायाचें राहिलें आहे, कीं संघर्षेंकरून यांत्रिकशक्ति व्यापाराचा बराच ऱ्हास होतो; यास्तव जितका ऱ्हास व्हावयाचा तितका होउन जें व्यापारशेष उरतें तेणेंकरून आपलें इच्छिलें कार्य घडे. इतका बहुत व्यापार होण्याची योग्यता यंत्राचे अंगीं आ-

णल्या

णल्याविना परिणाम नाहीं.

गो० - यंत्राच्या एक अवयव दुसऱ्याजवळच्या अवयवाशीं लागून मागें पुढें होणें यासच आपण संघर्ष ह्मणतां काय ?

गु० - होय पदार्थांचें परस्पर संघट्टन होत असतां त्यास जो अवरोध प्राप्त होतो, त्यासच संघर्ष ह्मणतात. पूर्ण गुळगुळीत किंवा समान असा स्वतः सिद्ध पदार्थ कोठें दिसत नाहीं, दुसरे पदार्थांपेक्षां गुळगुळीत केलेले धातुरूप पदार्थांवर पूर्ण गुळगुळीतपणाचा किंवा समानत्वाचा भास होतो, तथापि त्या गुणाचा त्याचेठायीं वस्तुतः अभाव आहे; त्यांचे अंगाची उंची निंची स्थूलदर्शकाचेच योगानें वारंवार दिसूं येती, गुळगुळीत आणि समान पदार्थांची तर अशी अवस्था आहे, यास्तव दोहों पदार्थांच्या परस्पर स्पर्श झाला असतां एकाचीं जीं उंचउंच अंगें, तीं दुसऱ्याचे निंच भागांत येतात, तेणें करून त्यांची जशी जशी उंची निंची असेल, तसा तसा पदार्थाचे चलनास अवरोध घडतो.

गो० - बरें तर जा गुळगुळीत केलेल्या धातुपदार्थांचीं घड्याळ इत्यादिक यंत्रें केलीं आहेत, याच धातूचे पदार्थाचें जर यंत्र केलें, तर त्याचे अवयव स्पर्शें करून किंचित्‌मात्र संघर्ष व्हावा ?

गु०- पदार्थांचीं बहिरंगें जशीं जशीं गुळगुळीत असतात, तसा तसा संघर्ष निश्चयें करून उणा होतो, परंतु तो उणा ही झाला तथापि इतका असतो, कीं सामान्यतः यंत्र व्यापाराचे तृतीयांशाचा ऱ्हास करी इतका असतो. तेल मारखण यंत्रास लाविलें असतां संघर्षाचा कांहींसा क्षय होतो; तैलादिकांचा विलेपनें करून यंत्रास असा गुळगुळीतपणा येतो कीं, त्यांचे संघर्षक अंगास जे खाडे असतात, ते बुजून जातात, आणि तेणें करून त्यां अंगास एक मेकावर सरकावयास पहिल्या पेक्षां कांहींसें मोकळें होतें.

गो०- याच कारणास्तव काय कुल्लूप, गाड्याचीं चाकें, इत्यादिकांस तेल मारखण लावितात?

गु०- होय परंतु चक्रादिकांचीं संघर्षक अंगें गुळगुळीत केलीं त्यांस तेलही लाविलें, तथापि त्यांचे ठायीं पुष्कळच संघर्ष राहातो, कारण तीं परस्पर फार घट्ट मिळून निरंतर घांसत असतात.

संघर्ष दोन प्रकारचे आहेत, सपाट पदार्थ सर्कत जातो तेणें करून एक संघर्ष होतो, आणि दुसरा चक्रादि वर्तुळाकार घुळत घुळत जातात तेणें करून घ

डतो. पदार्थास सरकावितां त्याचे चलनास मार्गाचे उंच नीच अंगापासून जो अवरोध घडतो, त्याचे निरासार्थ चलन विशिष्ट पदार्थास त्या अंगावर परमायासानें चढून किंवा त्यांस फोडून जावें लागतें, तस्मात् पहिल्या प्रकारचा संघर्ष फार मोठा होय; परंतु दुसऱ्या प्रकारचा येव्हडा नव्हे कारण एथें चलन विशिष्ट पदार्थ मार्गाचे उंच निंच अंगावरून कांहींसा अल्पायासानें घुळत घुळत जातो, आणि अशा स्थितीनें जातो म्हणून संघर्षावरोध मात्र उणा करावयास क्वचित् क्वचित् चक्रादिकांचा प्रयोग करितात.

क०- संघर्षावरोध उणा होत असला, तर गाड्यांचे चाकांचें मोठें सूख आहे मार्गाचा विषमपणा इत्यादिकांचा जो कांहीं थोर प्रतिबंध चक्राचे गमनास होतो, त्याचा ह्रास चक्रपरिधीचा महत्वानुरूप होत जातो. मोठे उतरणीवरून गाडे उतरत असतां उलटण्याचे भयामुळें त्याचा वेग उणा करायाचा असला, तर कोणेसमयीं त्याचें एक चाक बंद करून संघर्ष वृद्धि करितात.

गो०- अर्थात् फिरत्या संघर्ष स्थानी सरपटता संघर्ष उत्पन्न करिताना. मोठ्या लांकडाचे सोटे अल्पायासानें ओ

दावयाचे

ठावयाचे असले तर त्याचे खालीं मुसळा कति लांकडें आडवीं घालून त्यासोरच्यांचे सरपटत्या संघर्षांचा पालट करून तेथें फिरता संघर्ष उत्पन्न करितात.

क०- महाराज म्या श्रवण केलें आहे, कीं वाफेचें यंत्र आदि करून जीं महान् महान् यंत्रें आहेत, त्यांस जें मोठें भारीं चाक बहुधा जोडलेलें असतें, ज्यास उडतें चाक असें म्हणतात, तें त्या यंत्राचा स्वरूपावयव नव्हे, असें असतां त्या चक्राचा तेथें कांबरें प्रयोग करितात.?

गु०- यंत्राचे ठायीं त्या चक्राचा प्रयोग केला असतां, यंत्रावर मोठा भार पडतो, तेणें करून त्याचा जो अनियमित आणि अनाकलित व्यापार तो नियमित केला जातो.

गो०- भले भले यंत्र व्यापाराचे अंगीं नियतत्व आणण्या विषयीं ही एक मोठी चमत्कारिक युक्ति शोधून काढिली?

गु०- या युक्तीचा योगानें यंत्र व्यापाराची वृद्धि न होवो, तथापि त्याचे अंगीं नियतत्व आणण्या विषयीं ही दुर्बळ नव्हे

यंत्र चालक आणि यंत्र व्यापार जन्य प्रतिबंध हे समान नसतात, यामुळें सरवदा त्यांचा व्यापार किंचित् किंवा

बहुत

बहुत विषम असतो. वायु, जल, वाफ, किंवा, प्राणी, यांतील कोणी ही यंत्राचा लक असला म्हणून त्याचा व्यापार केवळ नियमानेंच घडेल, आणि यंत्रानें जें कार्य सिद्ध करावयाचें तें निरंतर एक सारिखें असेल अशी गोष्ट कदापि घडणार नाहीं.

ह्र०– आणि याजवरून मलाही एक गोष्ट आठवली, वाफेचे नौकेंत जो अग्नि असतो, त्यांतील सर्पण जळून सरलें म्हणजे नौकेची गति मंद होती, आणि त्याच अग्नींत नवें सर्पण घालितांच, त्या वाफेचा वृद्धिंगत बळानें व्यापार घडूं लागतो; आणि असा व्यापार घडे तावत्काल ती नौका वर्द्दमान वेगानें चलन पावत असती.

गु०– वाफेचे नौकेचे अंगीं केवळ समान गती अपेक्षित नाहीं, परंतु खाद्य भोग्यादि पदार्थ करिते समयीं आणखी तशाच इतर प्रसंगीं यंत्रास अव्यवस्था प्राप्त न व्हावी, आणि जें कार्य करावयाचें असतें तें सुघटित आणि पुरें व्हावें, एतद्विषयीं यंत्राचे ठायीं समानव्यापार अवश्य घडला पाहिजे, उडतें चाक म्हणून एक मोठें आणि भारीं चाक असतें, तें यंत्राचीं जीं मुख्य मुख्य चक्रें त्यांतील एके चक्राचे आंसास जडलेलें असतें हें यंत्र व्यापाराचें

नियमन

नियमन करितें, तेणें करून यंत्राचे अंगीं स्वयंत्रता येती; यंत्र व्यापाराची वृद्धि झाली असतां हें चक्र आपल्या जडत्वानें तिचा ऱ्हास करितें, आणि यंत्रचालकांचा व्यापार हळू हळू होऊं लागला म्हणजे हें आपल्या पूर्व संस्काराचे झोंकानें यंत्रास समानच वेगानें चालतें ठेवितें. याप्रकारें यंत्रास हळू किंवा लवकर चालवून त्याचें इतकें नियमन करितें, कीं यंत्राचे अंगी मध्यम मानेंकरून समचलनच आणून देतें.

प्रवाह्यांचाही प्रतिबंधें करून पदार्थांचे चलन उणें होतें. हा प्रतिबंध यंत्र चालकांस फारच बाधक आहे, वायु किंवा जल एतत् जातीय सर्व प्रवाही पदार्थ यंत्रास सर्व काळ व्यापून राहातात, त्यास व्यापक अशी संज्ञा होय. या व्यापकाचे अंगीं जसें जसें दार्ढ्य, तसा तसा यांचा प्रतिरोध होतो: कारण पदार्थांचे ठायीं जितका विशेष प्रकृत्यंश, तितका त्याचा विशेष प्रतिबंध त्याजवर जाणाऱ्या पदार्थाचा चलनास पडतो.

६०– तेव्हां वायूंत यंत्र चालतें करायास जे आयास लागतात, त्यापेक्षां पाण्यांत चालतें करावयास फार आ

यास

यास लागतील?

गु०— यांत संशय काय; यंत्र चालू करण्याचें स्थान केवळ शून्य असतें, आणि संघर्षन होऊं देतां यंत्र चालवितां येतें, तर त्याचा व्यापार निर्व्यय पणें होता. परंतु ही गोष्ट अशक्य आहे, या स्तव वायूचा अवरोधामुळें यंत्र चालकाचे व्यापाराचा किती एक ऱ्हास होतो, असें मानिलें पाहिजे.

यांत्रिक शक्ती विषयीं जें आपलें बोलणें होत आलें त्याची एथें समाप्ति करावी. पुढचा प्रसंगीं रस्थ पदार्थ चलनाचें व्याख्यान यथा शक्ति करीन.

इति षष्ठ संवादः

ज्योतिःशास्त्र.

अथ सप्तम संवाद पृथ्वीचे वार्षिक गतीचे कारणां विषयीं या संवादांत ग्रह आणि त्यांचा गति पृथ्वी आणि ग्रह यांची दैनंदिन गति इत्यादिकांचें वर्णन केलें आहे.

गो०– महाराज! आतां काय म्हणता. मला तर तुमच्या आकर्षण वादावर असें सबळ दूषण सांपडलें आहे, कीं ह्या वाद प्रवर्तमान करणारा जो नुटन नामा तुमचा ऐंग्ल आलिक, तो आपले आकर्षण वादाचे मंत्र घेऊन उभा राहिला असतां, त्यासही या दूषणाचें निराकरण करावयास विचार पडेल.

गु०– तुं बाबा वाद मत्तें करून केवळ उन्मत्त झालास खरा; बरें असो, आतां कोणतें दूषण तें बाहेर पडूं दे पाहूं?

गो०– आपण सांगतां, कीं पदार्थांचे अंगीं जितका जितका प्रकृत्यंश विशेष, तितकें तितकें त्याचानें आकर्षण विशेष घडतें: आतां सर्वांस ठावुकें आहे, कीं पृथ्वी पेक्षां-

सूर्य

सूर्य अत्यंत मोठा आहे; तेव्हां त्याचें आकर्षण पृथ्वीवर कां घडत नाहीं? - आपण सूर्याकडे पडतों आहों, असें कदाचित् म्हणाल हो?

कृ०- गोपाळा तूं जो दोष देतोस तो खराच आहे, असा कोणी विश्वास मानू नये. अरे या शास्त्राचा आचार्य नुटन नामा, तो महा चतुर आणि ज्ञानी होता याविषयीं- त्याचा कृतीच साक्ष देतात, आणि त्याचा युक्ती सर्वांनीं मानून स्वीकारल्या आहेत हें ही आपण पहातों, असें असतां आपण एकादा दोष उद्भवूं त्याणें त्याचे मताचें खंडन होणार आहे काय?

गो०- तूं कसें ही म्हण, तथापि दादा मी तुला उघडें सांगतो, कीं तो महान् असो, पण त्याचें मत विचार न करितां मान्य करावें. या विषयीं माझें मन धजत नाहीं. अरे आपला न्याय दुसऱ्या कडून करविला, आणि आपल्या अंगीं जो विवेक आहे तेणें करून आपणा विषयीं काहीं पाहिलें नाहीं. तर मग त्या विवेकाचें फळ काय?

गु०- आपण विद्येंत नवशिका असतां जीं शास्त्रें प्रसिद्ध ज्ञानी पुरुषानीं स्थापिलीं आहेत, त्याजवर दोषो

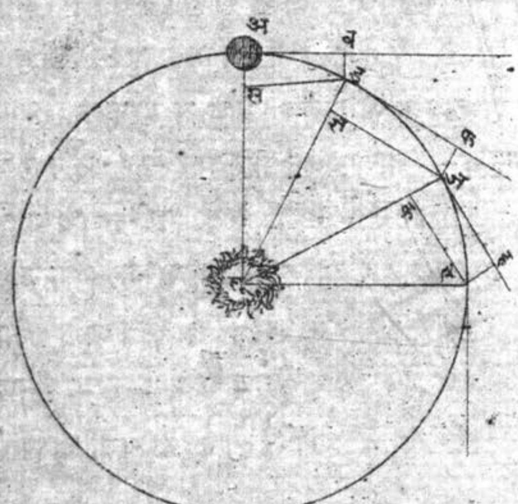
त्यान करूं लागणारानें तेसमयीं मनांत असें भय बाळ-गावें, कीं बहुत करून आपल्याच उपपत्ती दूषणीय असतील, हाच्याय आपल्या विवेकानेंच समजतो. असें असतां, तुझी जर शंकोद्भावना विषयींच आवड आहे, तर मी कांहीमात्र निषेध करीत नाहीं. आणखी कोणत्येही मतावर जी जी शंका उठती, तिचें तिचें यथास्थित समाधान झालें, म्हणजे तें मत खरें असें विंबतें. आतां माझें तुला सांगणें इतकेंच, कीं जीं दूषणें तूं देत जाशील तीं केवळ खरींच असा मनांत दृढ निश्चय करीत जाऊं नको, कां तर तीं खोटीं असें जर तुझा पदरीं घालून दिलें तर तुझें चित्ताच्या-ठायीं खेद उत्पन्न होत जाईल. बरें असो इतका वेळ त्वां जी कांहीं जल्पना केली, तिचें मी हेंच एक उत्तर देतों, कीं पृथ्वी सूर्यें करून वस्तुतः आकर्षण पावली आहे.

गो०– तर महाराज आपण कांहीं दिवसानीं भस्मसात् होऊं हो ?

गु०– आपल्यास कांहीं एक भय नाहीं, परंतु तुला जर वाटत असलें तर आपला तुरत जास ऐंद्र जालि

क असें त्यां अभिधान दिलें, त्याचानें आपल्या मंत्र सामर्थ्या वांचून त्या संकटाचें निवारण करवणार नाहीं, आणि तो सांप्रत काळीं येथें नाहीं म्हणून त्या मंत्राचा मीच प्रयोग करितों.

आपण असें कल्पावें, कीं पृथ्वी देवानें उत्पन्न करून समोर जावयाजोगी महाकाशांत झोंकून दिली. इचा गमनास जर कशाचा प्रतिबंध घडला नसता, तर इचा जिकडे रोंख होतो, तिकडेच ही समान वेगानें निरंतर गमन करीत असती परंतु जास्थानीं इची आकृती काढिली आहे त्यास्थानीं ही पोंहोंचली होती आणि त्या स्थाना पासून एके मासांत ब पाशीं जाई असा इचे अंगीं वेग होता, इतक्यांत जें एक्या महिन्यांत इला स पाशीं आणी असें इजबर सू



यांचें

र्याचें आकर्षण घडलें. हें क्षेत्र पहा यांत सूर्य, आणि पृथ्वी आहे, या क्षेत्रावरून तुला ही कळत असेल, कीं इजवर जा दोन अवोत्सार प्रेरणा आणि अवाकर्ष प्रेरणा घडल्या त्यांचा व्यापार परस्पर संमुख नाहीं, लंब रेषानुरूप किंवा समकोण रेषानुरूप आहे, आतां पृथ्वीस अशी अवस्था प्राप्त झाली असतां, तिची कोणत्या प्रकारें गति होईल हें सांग पाहूं ?

कृ०– आपण सांगितलें होतें कीं ज्यांचा व्यापार परस्पर लंब रेषेंत होई, अशा दोन प्रेरणा पदार्थावर घडल्या असतां तो पदार्थ समकोण चतुरस्राचे कर्ण रेषेंत चलन पावेल; तर मी त्या क्षेत्रांत सड, बड, रेषा काढून समकोण चतुरस्र पुरें करितों, म्हणजे पृथ्वी अड कर्ण रेषेंत चलन पावेल असें उत्तर अर्थात् होईल.

गु०– ज्यांचा व्यापार परस्पर लंब रेषानुरूप होई अशा दोन दोन प्रेरणा एके गोळ्यावर एक्याच समयीं घडल्या, तर तो समचतुरस्राचे कर्ण रेषेंत चलन पावतो-खरा. परंतु तूं असें लक्ष्यांत आण, कीं या आपल्या भूगोलावर आकर्षक प्रेरणा निरंतर घडत असती, ती याचें प्रवर्तमान समगतीस सतत तिर्यक् आणी

त

त असती तेव्हां ती तिर्यग्गति याचे चलनाचा रोंख वां कडे आणिती, जा वांकडे रेषेचा प्रत्येक अंश अत्यंत ल घु समकोण चतुरस्राची कर्ण रेषा होय, असें जाणा वें.

बरें असो पृथ्वीस आपण या ड स्थानीं क्षणभर स्तब्ध करूं, आणि जा दोन प्रेरणा एकत्र मिळून इज वर यास्थानीं घडत आहेत, त्या इचा ठायीं कोणती अ वस्था उत्पन्न करितील, तें पांहूं. यासमयीं ड पासून फ पर्यंत इचें जाणें घडलें असतें, असें सरळ रेषेंत उड ण्या विषयीं आझून हिला आभिमुख्यच आहे आणि सूर्य तर इला ड स रेषेंतून ओढूं पाहतो आहे; तेव्हां इणें कसें क्रमण करावें ?

क्रु०— त्या दोहों प्रेरणाचे जे रोंख, त्यामध्यें आंपला रोंख धरून वांकड्या रेषेनें ही क्रमण करीत राही ल.

गु०— पृथ्वीचा क्रमण मार्ग कोणता याचें जर तुला य थास्थित ज्ञान व्हावें, तर जाचें डफ रेषेवरून फ्रवोत्सा र प्रेरणेचा आणि डई वरून ध्रुवाकर्ष प्रेरणेचा बोध हो ई, असें एक पहिल्या सारखें सम कोण चतुरस्र

काढ;

काढ; म्हणजे डज वांकड्ये रेषेनें पृथ्वीचें क्रमण होईल असें तुला कळेल.

गो०— महाराज आपण मलाही एक समकोण चतुरस्र काढून द्यावें. आणि ध्रुवोत्सार प्रेरणा आतां पृथ्वीस कोणीकडे घेऊन जाईल याचा विचार करूं द्यावा?

गु०— प्रथमतः पृथ्वी पासून सूर्यापर्यंत एक रेषा काढ, आणि ती आकर्षक प्रेरणा असें मान; दुसरी त्या रेषेशीं लागून सम कोण उत्पन्न करी अशी रेषा काढ, आणि ती ध्रुवोत्सार प्रेरणा असें समज.

गो०— आतां ही पृथ्वी ज ह ऐ क जें समकोण चतुरस्र, याचे ज ऐ वांकडे रेषेनें चलन पावेल खरी.

गु०— पदार्थावर एकच प्रेरणा घडल्यानें त्यास समकोण चतुरस्राचे एक रेषेंतून जावयास जितका काळ लागतो, तितकाच त्याजवर लंबानुरूप दोन प्रेरणा घडल्या असतां कर्ण रेषेंतून जावयास लागेल त्या पृथ्वीनें तीन मासांत त्या तिहीं समकोण चतुरस्रांचा कर्ण रेषा क्रमून वर्तुलाचा एक पाद पुरा केला, आणि याच न्यायें करून तें अवघें वर्तुल संपेतों पर्यंत इचें गमन होईल. पुनरपिही आपल्या कर्त्याचे हस्तांतून सुटल्या पासून जसें क्रमण करीत

रीत आली आहे. तसेंच करूं लागेल, आणखी सर्व प्रमाणें करून सिद्ध होतें, किं यावत् इची स्थिति आहे, तावत् इचें असेंच क्रमण होत असेल.

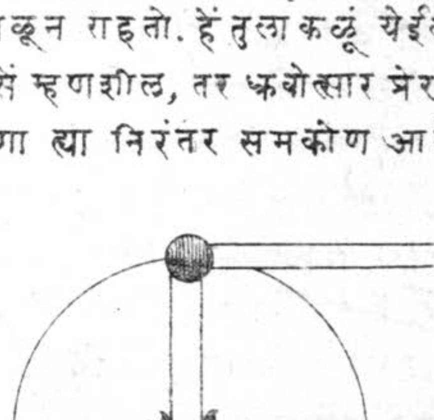
छा० - अहाहा, अशा साधारण कारणापासून केवढें अद्भुत आणखी मनोहर कार्य उत्पन्न होतें हो !

गो० - आपण यंत्र शास्त्रांत जें वर्तुलाकार चलन आम्हास सांगीतलें, त्याचें उदाहरण एथें अत्यंत मोठ्या मानें करून दृष्टीस पडतें. एथें सूर्याचें आकर्षण ध्रुवाकर्ष प्रेरणा जाणावी; कारण ध्रुव रूप जो सूर्य, त्याजकडे आकर्षण पृथ्वीस ओढून धरितें; आणि इलाजें उत्सारण प्राप्त झालें आहें, तें ध्रुवोत्सार प्रेरणा जाणावी, कां तर तें उत्सारण सूर्याच्या ओढ्यापासून पृथ्वीस मुक्त करून तिला स्पर्श रेषेंत उडावयास प हातें.

गु० - तसेंच होत आहे खरें. या दोन संमिलित प्रेरणा पृथ्वी वर घडतात, यांचा व्यापार दृष्टोप पत्तीस आणण्या विषयीं एक सोपी युक्ति आहे, अशी कीं एक जाड कागदाचा तुकडा कापून काटकोणाची आकृति करावी, आणि तिचे कोण बिंदु स्थानीं एक भूगोल काढावा; मग एके अचल बिंदूला सूर्य स्थानीं कल्पून त्याव

र त्या आकृतीचें एक अग्र संबद्ध करून तें फिरतें राही असा एक खिळा ठोकावा. मग त्या आकृतीला अचल बिंदू भोंवतें फिरविलें म्हणजे, तिचे कोणावरून केंद्रोत्सार प्रेरणा आणि केंद्राकर्ष प्रेरणा यांचें स्वरूप स्पष्ट समजलें जाईल. आतां तूं त्या आकृतीस त्या अचल बिंदू भोंवतें फिरीव, म्हणजे त्या केंद्रोत्सार प्रेरणेचा रोख कस कसा पालटतो, आणि स्पर्श रेषानुसारी असून पृथ्वी चलनाचे वर्तुळाशीं कसा मिळून राहतो. हें तुला कळूं येईल. स्पर्श रेषानुसारी कां असें म्हणशील, तर केंद्रोत्सार प्रेरणा आणि केंद्राकर्ष प्रेरणा ह्या निरंतर समकोण आहेत.

कृ०– तेव्हा पृथ्वी सूर्या संन्निहित येतनाहीं, आणि त्याजपासून दूरही जात नाहीं. परंतु त्याचा आकर्षणें करून समान प्रदेशावर निर्भय फिरत आहे. कायहो तरीही अद्भुत



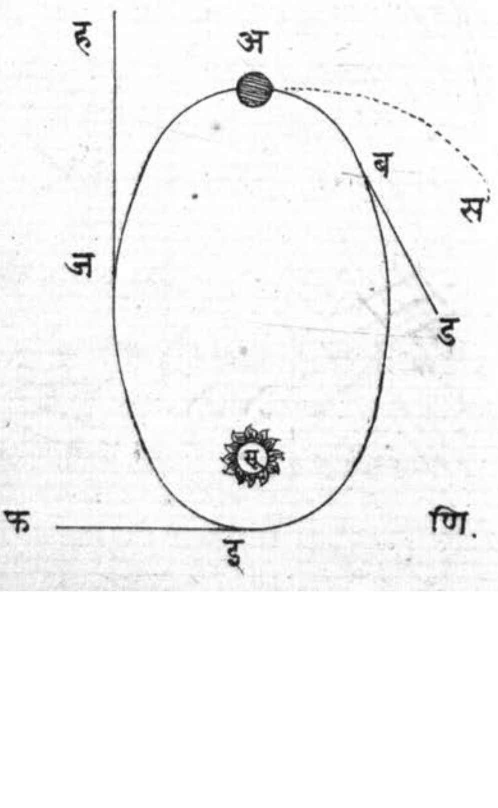
योजना

योजना सांगावी! हें वर्तुलाकार चलन जां दोन प्रेरणानीं उत्पन्न होतें, त्याचा अंगीं जर तिळप्राय वैषम्य असतें, तर असतां असतां आपण सूर्याजवळ पोंचून आपली राख झाली असती, किंवा त्याज पासून दूर जाऊन थंडीनें मरून गेलों असतों.

गु०– वर्तुलाकार चलन उत्पन्न करावया जोग्या पृथ्वीचे अंगीं ह्या दोन प्रेरणा वस्तुतः समान नाहींत; आणि पृथ्वीची कक्षा म्हणजे सूर्या सभोंवता तिचा परिभ्रमण मार्ग, तोही वर्तुला कार नाहीं, असें जर बाबा सांगितलें तर मग तूं काय म्हणशील?

गो०– तर मग आपणास मोठें भय आहे, हें जेणें करून दूर होई असा आपणच मार्ग सांगावा.

गु०– हें क्षेत्र पहा. यावरून आपण असें कल्पावें कीं पृथ्वी– अ स्थानीं आहे, आ



णि तिजवर आकर्षक प्रेरणेचा जितका व्यापार घडतो, तितकातर उत्सारक प्रेरणेचा घडत नाहीं, यामुळें या दोन प्रेरणांचानें आपल्या परस्पर व्यापारानें पृथ्वीला सूर्या भोंवतें वर्तुलाकार गतीनें नेववत नाहीं. असें झालें असतां पूर्वील क्षेत्रांतील गमना प्रमाणें अस रेषेनें गमन करणें हें एकीकडे राहतें, आणि ती अब रेषेंत उत्तरोत्तर सूर्या जवळ जाऊं लागती.

गो०— आपण सांगतां अशाही गोष्टी घडल्या, तथापि असतां असतां सूर्याचे सन्निहित जाऊन मरण पावणें, हा प्रसंग कोण्ही चुकवील असें तर मला दिसत नाहीं; कां म्हणाल तर आपण जसें जसें त्याचे जवळ जातों, तसें तसें त्याचें आकर्षण वाढतें, आणि तेणेंकरून आपल्या पृथ्वीचे अंगीं वर्द्धमान वेग उत्पन्न होतो, असें होऊं लागलें म्हणजे मग आपल्या भयास कांहीं पार आहे ?

गु०— असें म्हणशील, तर ज्याचें नाव ही तुला ठाउकें नाहीं असें एक दुसरें अरिष्ट आहे. अरे पहा पृथ्वी सूर्या जवळ जाऊं लागतांच तिजवर जी उत्सार प्रेरणा घडत असती, तिचा रोंख आकर्षक प्रेरणेचे रोंखा

शीं

लंबरेषानुरूप असत नाहीं, विशेषेंकरून अंतः प्रवण होतो. आतां पृथ्वी आपले कक्षेचे ब भागीं पोहोंचली म्हणजे उत्सार प्रेरणा तिला ड जवळ आणिती, तेणें करून ती सूर्यापासून कांहीं दूर जात नाहीं, उलटी त्याचे जवळ जवळ येऊं लागती.

क्रु० – जर एक्या प्रेरणेनें आपणास झोंकून टाकिलें, आणि दुसरी त्या दाहक क्षयाकडे ओढूं लागली, तर मग आपली सुटका होण्यास मार्ग कोणता?

गु० – क्षणभर धैर्य धर, तुला तो मार्ग आप आप कळेल. अरे ही पृथ्वी सूर्याचे अंगावर वर्धमान गतीनें जातां जातां इ स्थानीं पोहोंचल्ये, मगबरें त्या इ पासून इला उत्सार प्रेरणा कोणीकडून घेऊन जाईल.

क्रु० – इफ रेषेंतून घेऊन जाईल. एथें तर त्या दोहों प्रेरणांचा व्यापार परस्पर लंबरेषेनें घडत आहे, आणि पहिल्या आकृतींत पृथ्वी ज्या स्थितीवर होती, त्याच स्थितीवर आतां आहे; तस्मात् या स्थानापासून इणें सूर्याभोवतें वर्तुलाकार फिरावें.

गु० – ज्या गोष्टी निवेदिल्या त्या सर्व इची वर्तुलाकार गती होण्यास अनुकूल नाहींत. असें पहा कीं क्षयाभों

वता

वता पदार्थ चलन पावत असतां त्याचे अंगीं जो वेग उत्पन्न होतो, त्या वेगाचे बळानें पदार्थावर पूर्वस्थित जी ध्रुवोत्सार प्रेरणा तिचे व्यापाराची वृद्धि होती, म्हणजे पदार्थ जितका विशेष चलन पावूं लागला, तितकें त्याचे सम रेषेंत उडण्या विषयीं विशेष आभिमुख्य होतें. या कारणास्तव पृथ्वी इजपाशीं आली असतां, तिचे वर्धमान् गतीचे योगानें तिचा वेग वृद्धिंगत होतो, आणि तेणें करून तिजवरील ध्रुवोत्सार प्रेरणेचे संस्काराची वृद्धि होती, मग हा वृद्धिंगत संस्कार त्या ध्रुवाकर्ष प्रेरणेचा संस्कारास पराजित करून पृथ्वी ज स्थाना पाशीं पोहोंचे, तोंपर्यंत तिला सूर्या पासून एकीकडे ओढीत नेतो.

गो० — याच रीतीनें काय सूर्या जवळ जाणें, हा आपल्या वरचा अनर्थ टळतो, आणि जसें जसें आपण त्या ज पासून दुरावतों, तशी तशी त्याची आकर्षक शक्ति आणि पृथ्वीचा वेग हीं उणीं होतात?

गु० — होय ज पासून उत्सार प्रेरणेचा रोंख ह कडे आहे, आणि, आकर्षक प्रेरणेचा ज कडे आहे, यां दोहों प्रेरणा मधून पृथ्वी आपलें परिभ्रमण पुरतें करी, तावत्काल क्षयमा

न गतीनें चलन पावत असती. तेव्हां यावरून असें सिद्ध होतें, कीं सूर्या भोवतें पृथ्वीचें परिभ्रमण केवळ वर्तुलाकार होत नाहीं, दीर्घ वर्तुलाकार होतें, जा वर्तुलाचे एके फोकसांत सूर्य राहतो; आणि ही गमन करीत असतां सूर्याचा तोंडीं पडत नाही, आणि त्याज पासून अगदीं दूर ही जात नाहीं, या प्रकारें सर्व अरिष्टें चुकवीत होत्साति, ही त्याचा समीप जात असती, आणि त्याजपासून मागेंही येत असती.

गो०– महाराज जें कारण अव्यवस्था. आणि भय यांचें उद्भावक असें म्या मानिलें होतें, त्या पासून तर केवळ नियत आणि सुशोभित व्यापार उत्पन्न होतो.

गु०– या संवादाचे पहिल्या आकृतींत जें कांहीं काढिलें आहे, तें सर्व म्या तिसरें आकृतींत काढून दाखविलें नाहीं; कारण कीं सूर्या भोवतें पृथ्वीचें परिभ्रमण जा न्यायानें घडतें, त्याचें तुला आतां ज्ञान झालें असेल, तेणें करून प्रथमाकृतींत जशीं समकोण चतुरस्त्रें काढिलीं आहेत, तशीं तृतीय आकृतींत ही तुझानें अनुक्रमानें काढवतील; आणखी तुला असें ज्ञान होईल, कीं अ पासून ई पर्यंत पृथ्वी

सूर्याचे

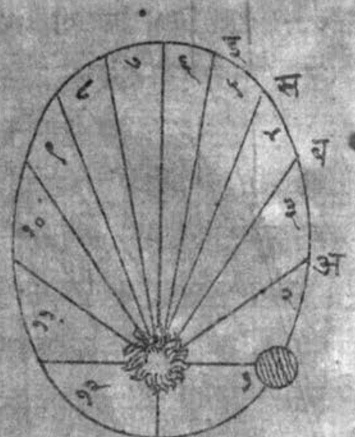
सूर्याचे अंगावर जशी जशी जाती, तसा तसा तिजवरील आकर्षक प्रेरणेच्या व्यापार वृद्धिंगत होऊन, उत्सार प्रेरणेचे व्यापारापेक्षां सबळ होतो; तसेंच तिचें सूर्यापासून परावर्तन होत असतां, तीइजपासून अकडे जशी जशी जाती, तसी तसी आकर्षक-प्रेरणा उत्सार प्रेरणेचे व्यापारास न्यून करून आपले व्यापाराचा उत्कर्ष करिती.

ह्र०– पृथ्वी सूर्या संनिहित जात असतां तिचा ठायीं वर्धमान वेग असतो, आणि त्याज पासून दूर होऊं लागली म्हणजे तिचे अंगीं क्षयमान वेग उत्पन्न होतो, तस्मात् तिची गति केवळ विषम मानें करून घडत असती.

गु०– जो पदार्थ कोणेक बिंदूनें आकर्षित होत्साता त्याज भोंवता फिरतो, तो नियमित काळांत नियमित क्षेत्रातें आक्रांत करीत असतो, असा गणित शास्त्राचा सिद्धांत आहे. या आकृतींत पृथ्वीचे कक्षे मधील अवघे अवकाशाचे एक, दोन, तीन, असे अनेक विभाग केले आहेत. याचा आकृती किति एक लांब, किती एक आंखुड, किति एक रुंद, अशा तुला

भिन्न

भिन्न प्रमाण दिसत असतील, तथापि यांचें क्षेत्र फल समान आहे. सूर्याचा मध्याशीं लागे, अशी एक पृथ्वीच्या मध्यापासून कल्पित रेषा काढून तिला जर पृथ्वीचे समागमानें फिरतें ठेविलें, तर ती नियमित काळांत नियमित क्षेत्र



आक्रांत करील, म्हणजे जर तिला अ पासून ब पर्यंत जायास एक मास लागला, तर ब पासून स पर्यंत जायास एकच मास लागेल, आणि स पासून ई पर्यंत जायास तितकाच काळ लागेल, आणि याच नियमानें पुढचेही विभाग आक्रांत करीत जाईल.

गो०- पृथ्वी आपले कक्षेचे जशा जशा विभागांत फिरत असेल, तसें तसें तिचें प्रयाण एक्या मासांत अत्यल्प, आणि एक्या मासांत अत्याधिक असें होत

असेल

असेल?

गु० — त्या विभागाच्या आकृति जितक्या विषम भासता त, तितक्या विषम नाहींत; कारण पृथ्वीची कक्षा शुद्ध वर्तुळा पेक्षां किंचिन्मात्र भिन्न आहे, मागील आकृतींत काढिली आहे तशी दीर्घ वर्तुलाकार नाहीं; पण हा विषय स्फबोध व्हावा, म्हणून ती तेथें लांबट काढली आहे. पृथ्वीचे कक्षेचा जो भाग सूर्या समीप असतो, त्यास अर्क संनिध प्रदेश असें म्हणावें, आणि जो भाग सूर्या पासून दूर असतो, त्यास अर्क विदूर प्रदेश असें म्हणावें; पृथ्वी जेव्हां अर्क संनिध प्रदेशीं येती, तेव्हां ती अर्क विदूर प्रदेशा पेक्षां तीस लक्ष मैल सूर्या जवळ असती.

कु० — पृथ्वी या वेगळ्या वेगळ्या स्थानी येती. तेणे करून कोणतें कार्य उत्पन्न होतें, याचा मला शोध लागेल असें दिसतें; अहो येणें करून तर उष्णकाळ आणि शीतकाळ उत्पन्न होत नाहींत कीं?

गु० — नाहीं नाहीं. उष्णकाळाचें प्राबल्य होऊन जाई, तोंपर्यंत तीतर आपले कक्षेचा जो भाग सूर्या जवळ आहे, त्यांत गमन करीत असती. आणि शीत काळाचा उ-

त्कर्ष

र्कर्ष होऊन जाई तोंपर्यंत आपले कक्षेचा जो भाग सूर्या पासून दूर आहे, तेथें फिरत असती.

कृ०— हें तर केवळ विलक्षण दिसतें; अहो आपण सूर्या पासून इतके दूर असतां आपणास जें एव्हडें प्रबल उष्ण लागतें, याचें कारण काय बरें सांगाल?

गु०— उष्ण काळीं आणि शीत काळीं पृथ्वी सूर्या पासून किती दूर असती, आणि मुळीं तिची कक्षा सूर्या पासून किती दूर आहे, असें पाहिलें असतां तिचा उभय काळींचा दूरत्वांत फारसें अंतर दिसणार नाहीं. कांकीं उन्हाळ्या पेक्षा हिंवाळ्यांत पृथ्वी सुमारें तीस लक्ष मैल सूर्या जवळ असती खरी, आणि हें दूरत्व प्रथमतः मोठेंच दिसतें, परंतु तें सूर्यापासून पृथ्वी कक्षेचें जें मध्यम मान करून ९५००००००० मैल दूरत्व आहे, त्याशीं मिळवून पाहिलें असतां दृष्टीस लागणार नाहीं. तस्मात् सूर्यापासून पृथ्वीचें असें जें किंचित् विषम दूरत्व, यामुळें कांहीं शीतोष्णादि होत असलें, तरतें आपणास गोचरही होणार नाहीं. आतां ऋतू भेद जो दृष्टीस पडतो याचीं कारणें कांहीं वेगळींच आहेत. त्याचें व्याख्यान खपदार्था विषयीं कांहीं आणखी बोलणीं व्हावयाचीं आहेत, तीं झाल्या नंतर क

रूं.

गो०— बरें सूर्य आपल्या पासून उन्हाळ्यांत इतका दूर असतो, त्या पेक्षां तो लाहान दिसावा किं नाहीं ?

गु०— त्यास यथास्थित मोजलें असतां तो वस्तुतः लहानच दिसतो; परंतु त्याचे आकृती वरचा विशेष उपनेत्रां वांचून दृष्टोसत्तीस येणार नाहीं.

रू०— पृथ्वी सूर्याचे जवळील कक्षा भागांत अत्यंत विशेष वेगानें चालत असती, अतएव तिला त्या कक्षाधो पेक्षा इतर कक्षार्ध क्रमावयास काहीं अधिक काळ लागत असावा?

गु०— होय आपल्या शीतकाळींचा कक्षार्धापेक्षां उष्ण काळाचें-कक्षार्ध क्रमावयास सात दिवस अधिक लागतात. पृथ्वी ज्या कारणामुळें आणि ज्या रीतीनें परिभ्रमण पावती, त्याच-कारणामुळें आणि त्याचरीतीनें ग्रहही सूर्या भोंवतें परिभ्रमण पावतात.

रू०— बरें ग्रह म्हणून काय आहे हो ?

गु०— आपल्या पृथ्वी सारिखे सूर्या भोंवते प्रदक्षिणा करणारे असेजे स्वस्थ पदार्थ, त्यांस ग्रह म्हणावें. ते बहुतेक धर्मानें पृथ्वीच सारिखे आहेत, असें मानिलें आहे. आणि यावरून असें तर्कांत येतें, कीं त्यांचीं मंडळें लोक संकीर्ण असावीं.

असावीं.

गो०– म्याही असेंच ऐकिलें आहे; परंतु माझे मनें असला सिद्धांत कल्पित असावा?

गु०– कितिएक ग्रह पृथ्वी पेक्षां मोठे आहेत, असेंही सिद्ध केलें आहे; ते आपल्यापासून अत्यंत दूर, म्हणून आपल्यास इतके लहान दिसतात. ग्रह काहीं चकचकीत अल्प बिंदु प्राय नाहींत, मोठे विशाल गोल आहेत, असें आपण मानिलें असतां आपल्या मनांत असें येईल, कीं यांचा आह्मावर रात्री किंचित् प्रकाश पडावा एतदर्थच केवळ यांस अनंत शक्ती जो देव त्याणें निर्माण केलें नसेल, यांचा काहीं अन्यमहान् उपयोग असावा; पूर्वीं लोक असें मानीत असत, कीं ग्रहानीं रात्रीचें मात्र लुकलुकावें, याच कारणास्तव त्यांची स्थिति, परंतु असलें अनुपयोगी कर्म भगवंताचे ठायीं संभवत नाहीं; त्याचें ज्ञान, आणि जीं कल्याण दायक कृत्यें, आपल्या अनुभवास येतात, त्यांवरून असें मानावें लागतें, कीं हे खस्थ पदार्थ त्याणें मनुष्यादिकांचे वसती करितां केले असावे, आणि तो आपलें जसें संरक्षण करितो, तसेंच त्यांचें करित असेल. नीतिविचार, आणि पदार्थ विचार या दोहोंनी

पाहिलें

पाहिलें असतां असें दिसूं येतें, कीं ग्रह या कोणी इतर पृथ्वी सूर्या भोंवत्या प्रदक्षिणा करित आहेत. आणखी अचरतारे हे कोणी इतर सूर्य होत; यांतील प्रत्येक आप आपल्या ग्रहगणांस आप आपल्या प्रतापें करून वर्तवितात असें मानावें हीच. विचाराची गोष्ट होय दूरबीण आदिकरून जीं उपनेत्रें, तीं इतकीं पूर्णतेस या वयाचें कारण काय

त्याजवरील जे विशेष दृष्टीस पडतात, त्यांहीं असें सिद्ध होतें कीं चंद्र गोल लोक संकीर्ण आहे; आतां चंद्र लोकाचे ठायीं जीं नगरें आणि मनुष्यें तीं आपल्यास दिसत नाहींत, तथापि तेथील पर्वत आणि खोरीहींतर स्पष्ट कळूं येतात; आणि किती एक ज्योतिष्यानीं इतका शोध केला आहे, कीं त्यांस तेथलीं ज्वालायन्त्र स्थानेही दिसलीं आहेत.

छा०— जर अचर तारे सूर्य होत, आणि त्यांचे ग्रह-त्यांज भोंवते प्रदक्षिणा करिताहेत, तरते सूर्य-जसे आपल्यास दिसतात तसे त्यांचे ग्रह कां दिसूं नयेत?

गु०— प्रथमतः असें सिद्ध होतें, कीं आपले सूर्याचे ग्रहगणा

हगणा सारिखे इतर ग्रहगणही आप आपल्या सूर्या पेक्षां फार लाहान आहेत; तस्मात् जा असंभाव्य दूरस्थाना पासून प्रत्यक्ष सूर्य तें ही अचर तारेसे दिसूं येतात, मग तेथून त्यांचे ग्रहगण आपल्यास अदृश्य होतील यांत नवल काय. आणखी पाहिलें असतां ग्रह स्वप्रकाश नव्हेत, स्वतः स्वस्व सूर्याचे तेजानें प्रकाशमान आहेत. म्हणून त्यांचा प्रकाश अचर ताऱ्यां पेक्षां अतिमंद असतो. आपला सूर्य अचर ताऱ्यांचे स्थानीं, आणि चंद्र ग्रहांचे स्थानी होय; म्हणून याचा प्रकाशांत जसा भेद, तसाच त्यांसूर्यांचे आणि ग्रहगणांचे प्रकाशांत भेद आहे.

ह०— जर ग्रह आपल्या पृथ्वी सारिख्या पृथ्वी असल्या, तर त्या परप्रकाश असाव्या; आणि परप्रकाश, अतएव त्यांचा रात्री प्रकाश पडूं नये, दिवसास मात्र पडावा. आणखी अचर तारेही आपल्यास दिवसास कां दिसत नाहींत ?

गु०— दिवसास अचर ताऱ्यांचा प्रकाश कां पडत नाहीं, आणि ग्रह कां दिसत नाहीं, यास कारण एकच आहे, आपले सूर्याचे प्रकाशा पुढें अचर ताऱ्यांचा प्रकाश इ

तका मंद, कीं तो सूर्याचे प्रकाशांत लोपून जातो; आपल्या सूर्या पासून आपण जितकें दूर, तितक्या दूर स्थानावर अचर ताऱ्यांचा प्रकाश परिपूर्ण पडत असेल: जसा आपल्या सूर्याचा आपल्यावर पडतो; परंतु अचर तारे आपणा पासून अत्यंत दूर म्हणून त्यांचा प्रकाश फार मोठ्या आकाशांत पसरतो, आणि जसा जसा पसरतो तसा तसा मंद होतो.

गो० – होय मंद होतो खरा; माझे जवळ जी समई असती तिचा उजेडानें जसें मला दिसतें, तसें जी मज पासून फार दूर असती तिचा उजेडानें दिसत नाहीं. परंतु ग्रह कशानें प्रकाशित होतात, हें माझे लक्षांत अद्यापि येत नाहीं.

गु० – बरें देवळास सोन्याचा कळस असतो, तो कशानें चकाकतो.

गो० – सूर्याचा योगानें चकाकतो, परंतु जर सूर्याचा योगानें ग्रह प्रकाशित आहेत, तर ते आपल्यास दिवसास दिसावे, कारण त्या समयीं त्यांजवर सूर्याचा प्रकाश पडतो; जर आपल्या प्रकाशाचे मंदत्वामुळें दिवसास दिसत नसले, तर मग त्याणीं आपल्या दृष्टीस क

दापि

दापि पडूं नये, रात्रीं दृष्टीस पडावें तर त्यांजवर सूर्याचा प्रकाशच नाहीं.

गु० — हां हां. एथें तूं बहकलास. या तुझा शंकेचा निरस्यर्थ प्रथमतः तुला ग्रहांच्या नानागती कळविल्या पाहिजेत.

अरे पहा आपले सूर्याचे ग्रहगणांतील सर्व ग्रह आकर्षण नियमानुरूप सूर्य मध्याकडे आकर्षिले आहेत; आकर्षक शक्ति आणि उत्सारक शक्ति ह्या मिळून त्यांस सूर्या भोंवतें स्वस्व कक्षेंत फिरवीत असतात, ज्या कक्षा यां दोहों शक्तीचे तारतम्यानें अल्प किंवा विशेष दीर्घ वर्तुळाकार असतात.

ग्रहांस आणखीही चलन आहे; ते आप आपल्या आंसा भोंवते फिरत असतात ग्रह मध्यांतून एक कल्पित रेषा आरपार असती, जिला मध्यें धरून ग्रह फिरत असतो तीस एथें ग्रहाचा आंस असें म्हणावें; अशी आंसा भोंवती ग्रहांची जी गति तिणेंच करून रात्र दिवस हे विभाग घडतात. ग्रहाचें जें अंग सूर्यासंमुख असतें तेथें दिवस होतो; आणि जें अंग सूर्यास पाठमोरें असतें अतएव ज्याजवर अंधकार पडतो, तेथें रात्र

होती

होती. ही आपली पृथ्वी ग्रहच आहे असें मानावें, इला आपल्या आंसा भोंवतें फिरावयास चोवीस अयर म्हणजे आठ प्रहर लागतात; म्हणून इतक्या काळांत आपणास अहोरात्र घडतें असें या गतीचा योगानें होतें म्हणून ईस दैन दिन गति म्हणतात. या प्रकारची जी तिची पश्चिमेकडून पूर्वेकडेस गति इणेच करून सूर्य, चंद्र, तारे, यांचे ठायीं आरोपित वक्र गति दिसती. असें आतां कल्पावें कीं आपण सर्व ग्रहांचा आश्रय सोडून आकाशांत फिरत आहों, आणि जसें पृथ्वीपासून इतर ग्रहांस अवलोकितों तसेंच पृथ्वीस आणि सर्व ग्रहांस एकेच समयीं अवलोकित आहें.

गो०— अहो तसें या विशाल पृथ्वीस पाहिलें असतां इची ही त्या लघु लघु गोलांत गणना होईल, आणि जर वस्तुतः होत असली, तर मग आह्मी जे तिजवरील वसणारे त्यांचें रूप काय राहिलें.

गु०— जे कोणी पृथ्वीस इतर ग्रहांसारिखें पाहत असतात, त्यांस ग्रहांचे आरोपित दर्शनावरून ग्रह लहान, आणि पृथ्वी थोर, असें भासत नाहीं. पदार्थ अमुक प्रकारचा होय असा सिद्धांत त्याचे दर्शनावरूनच करूनये, असें शास्त्रही आपल्यास सांगतें; अतएव सर्व तारे खद्यो

त

त प्राय, चकाकीत मात्र आहेत, असें मानीत नाहींत, तर हे सूर्य किंवा कोणी लोक आहेत, जो स्वकृतीस अनुरूप अद्भुत माहात्म्यानें विशिष्ट, असा हा समुदाय देवानें निर्मिला आहे असें मानितात.

ह० — हा तर सृष्टीचा विस्तार मनास दुर्बोध दिसतो; याचा विचार करूं लागल्यानेंच आपली बुद्धि कुंठित होती; मग अपरिमित सृष्टींतील जीं अनंत ब्रम्हांडें यांचें संरक्षण भगवान् कसें करीत असेल याचा शोध करावयास आपण जीं बापुडीं यांची उरी कोठून राहील!

गु० — ह्मणून बाबा आपण नम्रता धरावी, उदास पणें खेद करूं नये. कां म्हणशील, तर अनंत शक्ति प्रभू जा स्व हस्तें अनंत लोक स्थान भ्रंश होऊं न देतां वर्तवितो, त्याच हस्तें करून मक्षिका दिकांचे शिरांतील रक्त जेथील तेथें खेळवितो, आणि आपलीं आश्चर्यें दाखवाया करितां कीटका दिकांचे नेत्र उघडितो, तस्मात् आपण या अपरिमित सृष्टीचा कोणेकडेस ही असलों, तथापि आपली उपेक्षा करणार नाहीं.

बरें आतां आपण आकाशांत काय करीत होतों: जांचे एक्या अंगावर सूर्य प्रकाश पडतो आहे, आणि एक

क अंग अंधकारानें झांकलें आहे अशा लहान ताऱ्या सारिखे पृथ्वीस पहात होतींना? बरें गोपाळा, हें तुला खरें वाटेल कायरे, कीं या लहान ताऱ्याचा एक भाग सूर्यास-पराङ्मुख झाला, म्हणजे तेथील किती एक राहणारे असें मानितात, कीं आपल्या कडे रात्र पडली, तस्मात् सर्व सृष्टीवर अंधकार झाला असेल; परंतु वस्तुतः पाहिलें असता सर्व ग्रहांवर सूर्य प्रकाश पडायाचा रहात नाहीं. आणखीतें अल्पबुद्धि अज्ञान प्राणी रात्रीचा ठायीं जेव्हां आपली दृष्टि आकाशा कडे प्रेरितात, तेव्हां सर्व तारे त्यांस प्रकाशमान पाहून संशया पन्न होऊन जातात, कारण ग्रह परप्रकाश असतां त्यांचा प्रकाश कसा पडतो, हें त्यांस गूढ वाटतें, आम्हावर जेव्हां सूर्य प्रकाश पडत नाहीं, तेव्हां सर्व सृष्टीवर अंधकार असा त्यांचा सिद्धांत असतो.

गो० — महाराज अशाच अज्ञान प्राण्यांतला मीही एक आहें; तो सिद्धांत केवळ अपसिद्धांत असें आतां मला पुर्तेपणी कळूं आलें. बरें इतर ग्रहांस भूलोक एकाद्या लहान ताऱ्या सारिखा दिसतो काय?

गु० — होय जे ग्रह आपल्या सूर्या भोंवते परिभ्रमण पावतात

तात त्यांस हा भूलोक दिसत असेल; परंतु ज्यांची स्थिति अनुमानिक असे जे आपल्यास अदृश्य इतर सूर्यांचे ग्रह, त्यांस तर अदृश्यच आहे.

ह० — बरें जसे त्या ग्रहांचे सूर्य आपल्यास अचर तारे दिसतात, तसा आपला सूर्य त्यांस दिसावयास कांहीं प्रतिबंध नाहींना?

गु० — जर तद्ग्रहवासी जन आपल्या सारिख्या इंद्रियें करून युक्त असले, तर मग प्रतिबंध कशाचा; आणखी - त्याच न्यायें करून आपल्या चंद्रवासी लोकांस आपली पृथ्वी मोठ्यामानानें चंद्रमय दिसावी, मोठ्या मानानें - का, तर तिचा आकार चंद्रा पेक्षां सुमारें तेरापट अधीक आहे.

ह० — महाराज चंद्राचे चलनाचा रोख, आणि चलन प्रकार ताऱ्यांहून भिन्न दिसतो?

गु० — आजचा प्रसंग अधिक न वाढावा, म्हणून आपली दुसरी बैठक होई तोंपर्यंत चांद्र गतीचें वर्णन एकीकडे ठेवूं.

इति सप्तमः संवादः

अथ अष्टम संवाद ग्रहां विषयीं

या संवादांत उपग्रह किंवा— चंद्र दूरत्वाचा जो वर्ग तत्परिमित गुरुत्वाचा क्षय—सूर्याचें ग्रहगण — धूमकेतु-नक्षत्रें-राशिचक्र आणि प्रसंगांत कपर्निकस् आणि तुटनचें ज्योतिष्कार यांचें वर्णन. हे सर्व विषय निरूपिले आहेत.

गु०—ग्रह दोन प्रकारचे आहेत. मुख्य ग्रह आणि उपग्रह. जे विशेषें करून सूर्याचे भोंवते परिभ्रमण पावतात, त्यांस मुख्य ग्रह ह्मणतात. हे सूर्यास प्रदक्षिणा करितेसमयीं यांचे समागमें जे असून यांज भोंवतेही फिरत असतात, त्यांस उपग्रह किंवा चंद्र अशी संज्ञा होय: याच प्रकारचा आपला चंद्र जाणावा. पृथ्वीचे भोंवता फिरता असून तिचा समागमें सूर्य प्रदक्षिणा ही करितो.

हू०—परंतु सूर्य जो मुख्य ग्रहाही पेक्षां अत्यंत मोठा, तो यां उपग्रहांस मुख्य ग्रहां भोंवतें कसें फिरूं देईल; कार

ण

ण गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापार पदार्थांचे प्रकृत्यंशानुरूप घडून असतो ?

गो०– घडत असतो खरा, परंतु सूर्य अत्यंत मोठाही असून जर ग्रहांपेक्षां अल्प दार्ढ्य असला तर अग्नीचें नहल फारही असलें, तथापि त्याचे ठायीं प्रकृत्यंश थोडका असतो, कशावरून म्हणशील तर अग्नि फार हलका आहे.

गु०– सूर्याची प्रकृति कोणते प्रकारची हें आपल्यास अझून कळलें नाहीं; परंतु त्याचे ठायीं आपल्या ग्रह गणापेक्षां अत्यंत विशेष प्रकृत्यंश आहे असा निर्धार करितां येतो, कांतर त्याचे मध्या भोंवता त्याचा ग्रह गण आकर्षण पावला आहे.

पदार्थांचे केवळ प्रकृत्यंशानुरूपच अधिक किंवा उणे आकर्षण घडतें असें नाहीं, पदार्थ पदार्थांचे सान्निध्याचाही अनुरोध आहे: आकर्षक व्यापाराचा फार विस्तार झाला असतां तो निर्बळ होतो, आणि दूरत्वाचे वर्गाची जशी जशी वृद्धि होती तसा तसा तो उणा होतो. पय आणि गुणक हे सम संख्याच असतां त्यांचे गुणनानें फळ होतें, त्यास वर्ग म्हणतात; असेंकीं सूर्यापा

सून

सून आपल्यापेक्षां एक ग्रह दुप्पट दूर असला, तर आ
पल्यापेक्षां त्याजवर सूर्याचें आकर्षण चौपट उणें घडे
ल; कारण दोहोंनीं दोन गुणिले असतां त्यांचा वर्ग चार
होतो. पदार्थ सूर्यापासून जो जो दूरत्वानुरूप असतील, त्या
त्या दूरत्वाचे वर्गानुरूप त्यापदार्थावर सूर्याकर्षण उलट्या-
रीतीनें घडेल, असा सिद्धांत आहे.

गो० — तेव्हां ग्रह जसा जसा दूर, तशी तशी त्याची गति मंद;
आणि अशी मंद गति उत्पन्न करणार जी आकर्षण प्रेरणा
इजशी समान अशीच अल्प उत्सार प्रेरणा ग्रहांव
र घडली पाहिजे. परंतु उपग्रह सूर्या भोंवते कां फिरत नाहीं, त्यां
स सोडून मुख्य ग्रहां भोंवते कसे फिरतात, याचा निवाडा उक्त का
रणावरून होत नाहीं?

कृ० — सूर्यापेक्षां मुख्य ग्रहांशीं उपग्रहांचें विशेष सान्निध्य,
ह्मणून मुख्य ग्रह त्यांस विशेष आकर्षून आपल्या भोंव
ते फिरते ठेवितात असें तर नाहीं?

गु० — होय होय ह्मणूनच ते ठेवितात. परंतु आकर्षण उ-
भय पक्षीं घडतें, त्यापेक्षां मुख्य ग्रहांवर ही त्यांचा उपग्र
हांचें आकर्षण घडतें. पृथ्वी जशी चंद्रास आकर्षिती त
सा चंद्रही पृथ्वीस आकर्षितो; परंतु चंद्र पृथ्वीहून लहा
न

न पदार्थ ह्मणून तिचापेक्षां त्याचें आकर्षण अल्प असतें; आणि अल्प अतएव पृथ्वी त्याचा भोंवती फिरत नाहीं. आणि तोही तरी तिचा मध्याभोंवता फिरत नाहीं; तर त्याउभयतांचा जोगुरुत्व मध्य, जोपृथ्वीचें गुरुत्व चंद्रापेक्षां जितकें अधिक तितका तिशीं जवळ असतो, त्याचे भोंवतीं उभयतां फिरतात.

ह्रु० — होय आपण मला सांगितलें होतें खरें, कीं समान भाराचे दोन पदार्थ तारेचे किंवा एखादे काठीचे दोहों शेवटास बसविलें असतां त्यांचा गुरुत्व मध्य त्यादांडीचे मध्यभागीं असतो; आणि जर त्यापदार्थांचा भार विषम असला. तर जो पदार्थ जसा जसा भारी तसा तसा तोमध्य त्याजवळ आतो. तस्मात् पृथ्वीचा आणि चंद्राचा परस्पर आकर्षणास उत्पार प्रेरणेचा प्रतिबंध नसता, तर त्यांची भेट आपल्या गुरूत्व मध्याशीं होती.

गो० — तेव्हां पृथ्वीस नानागति आहेत; सूर्य जोइचा कक्षया भोंवतें इला फिरावें लागतें, आणि जा बिंदूकडे इला चंद्र आकर्षून ठेवितो, त्याही भोंवतें इला परिभ्रमण करावें लागतें.

गु० — होय इतक्या भोंवतें फिरावें लागतें खरें; आणि जि

नकें

तके ग्रह उपग्रहेंकरून युक्त त्यांचा अशाच गति असतात. ग्रहांचा अशा नानाविध गति आहेत म्हणून त्या जाणावयास निगूढ आहेत. त्याचें विवेचन प्रस्तुत करितां पुर्वत नाहीं.

ग्रहांवर जसें त्यांचे उपग्रहांचें आकर्षण घडतें तसेंच ग्रहाचें आकर्षण सूर्यावर घडते. कारण आकर्षण सर्वदां उभयपक्षीं साधारण होय. परंतु सर्व ग्रहांचें आकर्षण एकत्रही झालें, तथापि तें सूर्याकर्षणापुढें इतकें अल्पप्राय, कीं यावरून तो आपले अर्ध व्यासा इतकाही चलत नाहीं. असें आकर्षण त्याजवर घडतें अतएव ग्रह केवळ सूर्य मध्या भोंवते फिरत नाहींत तर जो सूर्याचे अंगीं त्याचा मध्या पासून काहींसा दूर बिंदू आहे त्याभोंवता सूर्यही फिरत असतो त्याभोंवते फिरतात.

छा० — म्यातर मानिलें आहेकीं सूर्यास चलन नाहीं ?

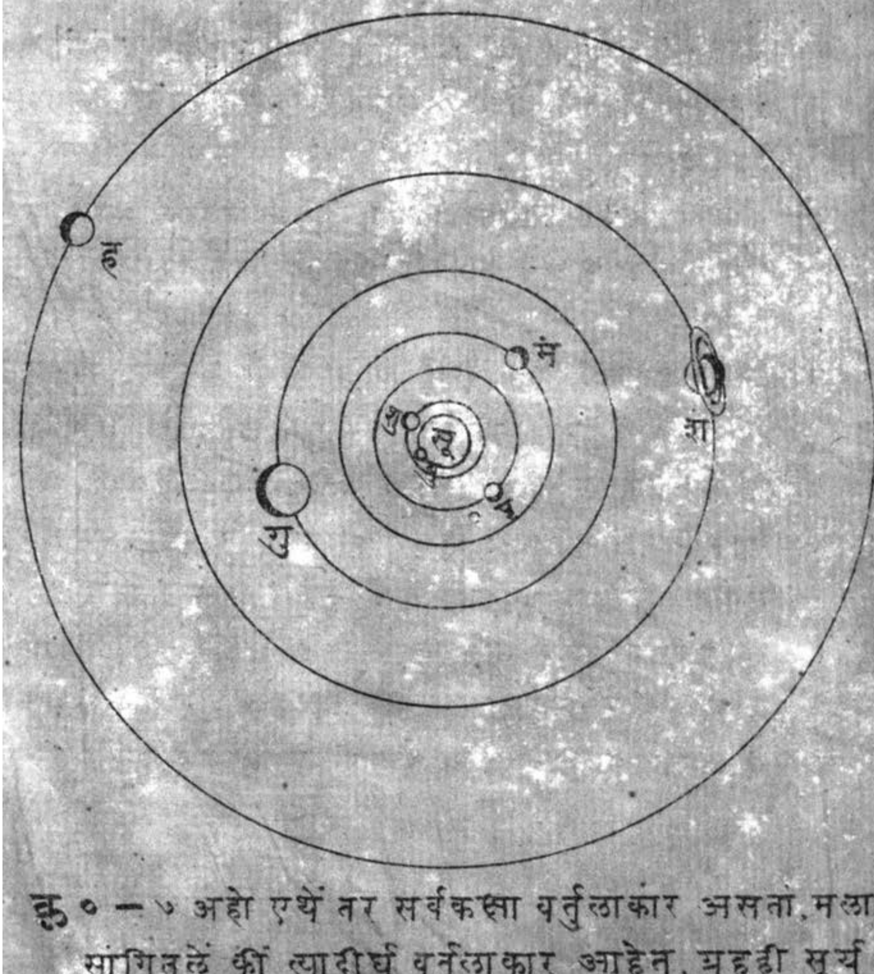
गु० — तो तुझा भ्रम होय; सूर्याचें जें चलन म्या तुला तुकें सांगितलें आणि जें पाहिलें असतां केवळ अल्पप्रायच होय, तथापि तो आणखी आपल्या ध्रुवा भोंवता फिरतो. हें चलन त्याचे अंगीं आहे असा निश्चय कशावरून होतो

तो

तो असें ह्मणशील, तर त्याचे अंगीं कांहीं लाच्छनें आहेत, जीं नेमल्या काळी क्रमेंकरून दिसत जातात आणि अदृश्य होतात.

गो०— म्या ग्रहांस आकाशांत बहुतवेळ पाहिलें आहे; ते स्थिर तान्यां पासून कांहींसे चालले असें तर मला दिसलें नाहीं.

गु०— ग्रहांचा दूरत्वा मुळें त्यांचा ठायीं इतक्या मंदगतीचा आरोप होतो. किं त्यांस बरें पुष्कळ पहात बसल्या विना ते आपल्या कक्षांत गमन करीत आहेत, असें कळूं येणार नाहीं: ते नाना ऋतूंत आकाशाचे नानाप्रदेशीं दिसतात. पुढील आकृति सूर्य ग्रहगणास दाखविती. यांत सर्वग्रह आप आपल्या कक्षेंत काढले आहेत, यांचें तूं सविचार अवलोकन कर, ह्मणजे ग्रहांचे संस्थानाचें आणि गतीचें तुला यथास्थित ज्ञान होईल.

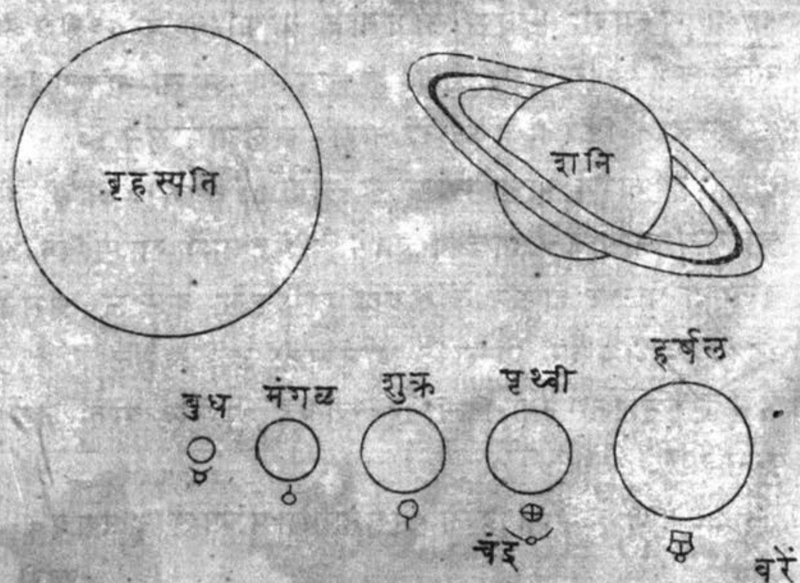


कु०—७ अहो एथें तर सर्वकक्षा वर्तुलाकार असतां, मला सांगितलें कीं त्या दीर्घ वर्तुलाकार आहेत. ग्रहही सूर्य मध्या भोंवते फिरत आहेत, आणि आपण तर बोलि

त्यांकीं

त्यांकीं त्यामध्यापासून कांहीसा जो दूर बिंदू त्याजभोंवते फिरतात, तेव्हां हें कसें ?

गु० — ग्रहांच्या कक्षा बहुत करून वर्तुलाकारच आहेत. आणि त्यांचा गुरुत्व मध्य सूर्याचे महत्तमध्याचेच केवळ सन्निहित आहे, तस्मात् माझ्या बोलण्यांत कांहीं जें वैषम्य पडलें असलतें संख्येंत आणण्याजोगें नव्हे. हें वैषम्य दृष्टोत्पत्तीस आणावयास त्या आकृती अत्यंत मोठ्या परिमाणें करून काढल्या पाहिजेत. जा ग्रहाचें जसें महत्त्व तसा तो काढलेला ह्या आकृतींत तुझ्या दृष्टीस पडेल.



वरें

बरें ग्रहांचीं नावें तुला ठाऊक नसलीं तर ऐक, बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, बृहस्पति, शनि, आणि एक मोठा ग्रह आहे, ज्यास हर्षल असें ह्मणतात; आणखी दुसरेही चार ग्रह आहेत. सर्व ग्रहांपेक्षां बुध सूर्याचे जवळ असतो, ह्मणून त्याची कक्षा पृथ्वी कक्षेचे आंत होय; त्याचें सूर्याशीं इतकें सांनिध्य यामुळें तो सूर्यतेजाचे पुंजांत असा लोपून जातो किं त्याची स्थिती नाहीं असा भास होतो; याजवर-सूर्याची परिपूर्ण प्रभा पडती, ह्मणून याचें चांगलें यथास्थित अवलोकन होत नाहीं. सूर्यप्रदक्षिणा करावयास याला सत्त्याशीं दिवस लागतात, याकरितां याजवरील लोकांचें वर्ष ८७ दिवसाचें होय. हा आपल्या आंसा भोंवता किती काळांत फिरतो हें कळलें नाहीं; हा सूर्यापासून ३७००००० मैल दूर आणि याचा व्यासाची लांबी ३१८० मैल आहे याचा ठायीं उष्णतेचें प्राबल्य इतकें, कीं जलाचे स्वाभाविक अवस्थेचा पालट होऊन तें केवळ वाफरूपें करून असतें, आणि याजवरून ताम्रादि धातूंसही द्रव स्फटेल

गो०— तरमग ती हवा किती दुःखावह असेल यांत काय पुसावें!

गु०— आपण तेथें राहिलों असतां आपणास दुःखावह-

खरी

खरी परंतु तेथें रहावयास जे प्राणी निर्माण केले अस-
तील त्यांसती सुखकारीच होय. ग्रहगणांत जें दुसरें सं
स्थान तें शुक्राचें होय हा सूर्यापासून ६८००००००० मैल
दूर असतोः तो आपल्या ध्रुवा भोंवता तेवीस अव-
रांत आणि २१ मिन्युटांत फिरतो आणि २४४ दिवस-
आणि ११ अवरें इतक्या काळांत सूर्य प्रदक्षिणा करि
तो. याची कक्षा पृथ्वी कक्षेचे आंतले अंगीं आहे; याचें
अर्ध कक्षाटन होईतोंकाळ हा सूर्योदया पूर्वी उगवत अ
सतो, आणखी अर्ध कक्षाटनासमयीं सूर्योदया नंतर-
उगवतो.

गो०— सूर्योदया नंतर उगवला असतां तो आपल्यास दि
सत नसेल, कारण तेव्हां सूर्य तपत असतो.

गु०— खरें परंतु त्यास उगवावयास वेळ झाला, म्हणजे-
मावळावयासही वेळ होऊं लागतो; त्यामुळें तो सूर्यास्ता
नंतर क्षितिज रेषेचे समीप जातां आपणास स्पष्ट दि
सतो. सौख्य स्थान प्राप्ति म्हणून जो मिल्टन कवीचा
ग्रंथ त्यांत संध्याकाळाचें केवळ मनोरमणीय वर्णन
केलें आहे त्याप्रमाणें आर्या छंदानें या ग्रंथीं काहींसें
वर्णन करितों.

सूर्यास्तीं

सूर्यास्तीं कपिशांगी संध्यारमणी कशाचया केली॥
नीलांधकार वसनानें रूनि आकाश मंदिरीं ठेली॥१॥
तीणें त्या निजवस्त्रें आच्छादुनि टाकितां दिशावदनें॥
पशु पक्ष्यानीं जाणों आश्रयिलीं तद्भयें निजें सदनें॥२॥
मौनें संगति धरिली संध्येचीमग तृणादिपाशयनीं॥
पशु कोट्यांत पतत्री रमती निद्रा तशीच तन्नयनीं॥३॥
ऐशांत बापुडीते कोकवधू स्पष्ट एकटी पडली॥
गातां पतिनें तिजवरी मौनाची रूप्रसन्नता घडली॥४॥
मग शुक्रवीर तारा सेना घेऊनि जाहला प्रकट॥
त्याणें निजतेजानें बहुधा तम नाशिलें भया सकट॥५॥
यापरि तिमिरमलातें क्षालुनि तेजोजलें नभींटिकला॥
भासे दिगंगनानीं नाहुनितो भालिं लाविला टिकला॥६॥
विजय श्रीनें वरिला सेनानी शुक्र त्याशि देखाया॥
येऊनिं चंद्र राजा आपण विश्रांति त्याशि देखाया॥७॥
तेजःपुंज कलानिधि जाणों त्याला स्वरोप्य कवचाला॥
अखिल तमोरिकुलानें नासुनिया विजय पावता झाला॥८॥

शुक्राचे पलीकडेस पृथ्वी असती, निजविषयीं आ तां थोडकेंच बोलतों, नंतर तिचें लौकर विस्तारानें वर्णन करीन. आपण सूर्यापासून ९५०००००० मैल दूर आ

हों;

हों; आपली सूर्याभोंवती वार्षिक प्रदक्षिणा ३६५ दिव-
स ५अवरें आणि ४९ मिन्युटें इतक्या काळांत होती; आ
णि आपल्या प्रदक्षिणा समयीं इचे सभागमें इचा सोब
ती चंद्र मात्र असतो.

पृथ्वीचा पलीकडेस मंगळ आहे. आपणा पासून सू-
र्यापर्यंत जो प्रदेश आणि जांत बुध शुक्र असतात, त्यां-
त यावयास मंगळास केवळ असाध्य होय; तथापि त्या
ची गति आपणास स्पष्ट कळूं येती कशावरून ह्मणशील
तर तो आकाशांत नाना स्थानीं दृष्टीस पडतो: तो सूर्या-
पासून १४४०००००० मैल दूर; तो आपल्या ध्रुवा भोंव-
ता २४ अवर आणि ३९ मिन्युट फिरतो; आणखी तो सू
र्या भोंवती आपली वार्षिक प्रदक्षिणा ६८७ आपल्या क
डील दिवसात करितो: त्याचा व्यास ४१२० मैल लांब-
आहे. याचे पलिकडेस दुसरे चार लहान ग्रह असतात.
जांचीं नावें जूनो, सिरीस, पालास, आणि वेस्ता, या ग्र-
हांचा केवळ अर्वाचीन काळांत शोध लागला आहे; प-
रंतु याचें महत्व आणि सूर्या पासून दूरत्व यांचा अझून
यथास्थित निर्धार झाला नाहीं.

यांचा पलीकडे बृहस्पती रहातो: हा अवघ्या ग्रहां
पेक्षां

पेक्षां महत्वानें थोर होय. हा सूर्या पासून ४९०००००००ए
कूण पन्नास कोटी मैलांवर असतो. यास सूर्या भोवतें वा
र्षिक परिभ्रमण करावयास आपल्या कडली कांहीं ना
हीं तरी १२ वर्षें लागतात, हा आपल्या आंसा भोवतां-
स्कमारें दहा अवरांत फिरतो. अतएव याचें कडला दि-
वस आपल्या कडील जो २४ अवरांचा दिवस, त्यापेक्षां
फार लहान होय. आणि या आपल्या पृथ्वी पेक्षां १२००
पट विशाल; याचा व्यास ८६००० मेल होय. अशीं अ-
शीं ग्रहांचीं महत्वें आहेत, ह्मणून हीं दृष्टि गोचर व्हावीं
एतद्विषयीं याचा आकृति सूर्य ग्रहगणाचे आकृतींत
काढावयास फार आयास लागतील. बरें असो, त्यां ग्र-
हांचे समागमें ४ उपग्रह असतात.

याचा पलीकडेस शनि आहे. याचें सूर्या पासून दू
रत्व ९००००००००० मैल होय; याची दैनंदिन गति १०।
सवा दहा अवरांत होत असती; आणि वार्षिक गति इ
हलोकींचे स्कमारें तीस वर्षांत होती याचा व्यास ७९०००
मैल होय. या ग्रहा भोंवतें एक मागील आकृतींत का-
ढिल्या सारिखें प्रकाशित वर्तुळ असतें, त्याची प्रकृ-
ति कोण आहे असें अनुमानही करावयास जोतिष

कारांस

कारांस विचार पडतो: या ग्रहास सात उपग्रह आहेत. याहून पलीकडे हर्षल ग्रह आपल्या दृष्टीस पडतो. हा हर्षल म्हणून कोणी विद्वान् पुरुष होता त्याणें उमगून काढिला, म्हणून यास त्याचेंच नाव दिलें आहे. याचे सभागमें सहा उपग्रह असतात, यास पहावयाजोग्यां उपनेत्रां वांचून हा दृष्टीस पडत नाहीं.

गो० — अहो त्या दूरस्थ ग्रहांचा ठायीं रहाणारांस आपले अनेक चंद्र एक्याच समयीं प्रकाश युक्त पाहून किती आनंद वाटत असेल. बृहस्पति किंवा शनि यांचे ठायीं वास करावा असें मला वाटतें हो.

गु० — परंतु आपला तेथें बहुत दिवस थारा होणार नाहीं अरे आपल्या पेक्षां सूर्यापासून जो ग्रह क्रमारें दहापट दूर त्याचा ठायीं शीततेचें किती प्राबल्य असेल बरें आणखी इतका जो ग्रह दूरत्याचे अनेक ही चंद्राचा प्रकाश आपले चंद्रा सारिखा सोज्वल कोठून असेल; कारण त्याजवर जो सूर्य प्रकाश पडतो तेणेंच करून ते प्रकाश मान होतात; प्रकाश आणि उष्णता हीं दूरत्वाचे वृद्ध्यनुरूप गुरुत्वा कर्षकला सारिखीं ऱ्हास पावतात. शनिवासि लोकां पेक्षां आपल्यावर

किती

किती सूर्य प्रकाश पडतो हें तुह्मानें सांगवेल काय?

गो०– दहांचा वर्ग शंभर; ह्मणून आपल्या पेक्षां शनी वर शतगूण उणा प्रकाश पडतो. परंतु तुमचा प्रश्नाचे अन्वयें करून उत्तर पुसाल, तर शनी पेक्षां आपल्यावर शतगूण विशेष प्रकाश आणि उष्णता आहे; आणि असा व्यवहार असला, तर मग त्या शनीचा ठायीं जीं बापुडीं अस्करवी प्राणी आहेत, त्यास मागमें रहावयास मी कधीं इछिणार नाहीं

गु०– ७ अरे बाबा जसा तुला इतर ग्रहवासि लोकांचा कळवळा, तसाच त्यांस आपला कळवळा नयावा-काय? कारण बुधवासी लोकां पेक्षां आपण दुःसह थंडींत आहों, आणि बृहस्पति वासी लोकांपेक्षां आणि शनि वासी लोका पेक्षां, आपण मोठ्या उष्णतेनें पीडित आहों, असें त्यांस वाटून त्याचें हृदय द्रवत नसेल काय? आपल्या भूगोला वरील शीत उष्ण देशांत रहावयास त्याल्या प्रकृतीचे जीव जसे सर्व शक्ति परम कृपाळू देवानें केले आहेत, तसेच त्याणें हे ग्रह निर्माण करून आपआपलें क्षेत नेमिले आहेत.

त. ग्रहांचे ठायीं जे शीतोष्णादि पदार्थ केले आहेत, ते जां च्या प्रकृतीस सुखावह पडतील, तसेच तेथें प्राणी वस विले असतील.

गो०—महाराज धूमकेतूस ग्रहत्व मानलें आहे ना?

गु०—होय मानलें आहे, कारण त्यांतील कित्ती एकांचा नेमल्या काळीं उदय होतो, त्यावरून असें कळूं येतें, कीं ते सूर्याभोंवते परिभ्रमण पावतात परंतु त्यांची-कक्षा इतकी दीर्घ वर्तुलाकार, कीं ते बहुतेक वर्षें दृष्टी स पडत नाहींत. ते जर लोकसंकीर्ण असले, तर तेथी ल प्राणी या पृथ्वी ग्रहावरील जीवांहून आणि इतर ही ग्रहां वरील जीवांहून केवळ भिन्न जातीय असा-वे कारण त्यांस अत्यंत शीततेंत आणि उष्णतेंत र-हावें लागतें; त्यांचे कक्षेचा एक भाग इतका सूर्या स-न्निहित, कीं तेथें धूमकेतू येतो, तेव्हां त्याचे अंगीं त-स लोहा पेक्षां विशेष उष्णता असती. त्यासमयीं त्या ज पासून जो तेजःप्रसर निघतो, त्यास धूम केतूची शिखा ह्मणतात. तो जसा जसा सूर्यापासून दूर होऊं लागतो, तशी तशी ती शिखा नाहींशी होऊं लागती, केवळ दूरतम ग्रहांचे कक्षेपेक्षां ज्या कक्षेचा विस्तार अ

धिक

धिक अशांत तो धूमकेतू दूर दूर जाऊं लागला ह्मणजे मग केवळ अतंर्धान पावतो.

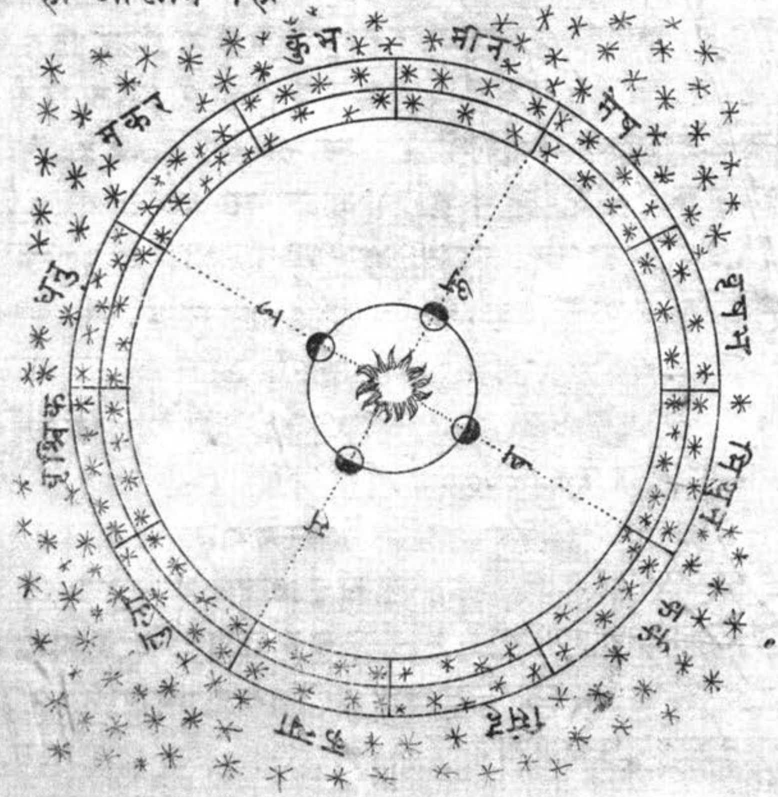
आपले सूर्याचे ग्रहगणांत किती धूमकेतू आहेत. याचा अझून निर्धार झाला नाहीं, कांतर किति एकांचा शतावधि वर्षें उदयच होत नाहीं नियमित काळीं आपणास ज्यांचें दर्शन घडतें ते तीन असावे.

रु० — महाराज नक्षत्रें ह्मणून काय आहेत ?

गु० — तीं स्थिर तारे होत, यांचें परिगणन व्हावें ह्मणून प्राचीन लोकानीं यांचे वेगळाले गण करून त्यांचा ठायीं सनाम आकृति कल्पिल्या आहेत, ज्या खगोलावर काढल्या असतात. नक्षत्रांचीं आकाशांतील स्थानें दृष्टोत्पत्तीस यावीं ह्मणून एक मोठा पोकळ गोळा घेऊन त्याचा आंतल्या अंगें यास रंगानें काढून त्याचे मध्यें शिरून त्यांत पहावें; ह्मणजे आकाशांत जशीं तीं स्थानापन्न दिसतात तशींच एथें दिसतील. ज्यांचे आणि सूर्याचे केवळ मधून पृथ्वीची वार्षिक गति होई अशीं जीं नक्षत्रें संस्थापित झालीं आहेत, त्यानीं अधिष्ठित जें आकाश मंडल, त्याचे बारा विभाग कल्पून त्यांस बारा राशि ह्मणतात. त्यां

चीं

चीं नामें मेष, वृषभ, मिथुन, कर्क, सिंह, कन्या, तुला, वृश्चिक, धनु, मकर, कुंभ, आणि मीन अशीं आहेत. हीं आकाशांत एक रुंद मंडळ आहे, त्यांत जमून राहिलीं आहेत, जामंडळास राशीचक्र असें ह्मणतात. ही आकृति पहा



एक सरळ रेघ सूर्यांतून पार निघे अशी पृथ्वीपासून काढिली असतां, ती एकाद्या नक्षत्रास पोहोंचेल, आणि ज्या नक्षत्रास ही रेषा पोहोंचेल, त्यांत सूर्य आहे असें जाणावें. असें कीं जर पृथ्वी अ, स्थानीं असली, तर सूर्य मेष राशींत असेल; आणि ब, स्थानीं असली, तर सूर्य कर्क राशींत दिसेल; स, स्थानीं असली, तर सूर्य तुळा राशींत दिसेल; आणि जेव्हां पृथ्वी ड, स्थानीं येईल, तेव्हां सूर्य मकर राशींत दिसेल. अशा ज्या वर्तुळांत सूर्य फिरतां भासतो, आणि जें वर्तुळ राशिचक्राचे केवळ मधून पार झालें आहे त्यास क्रांतिवृत्त ह्मणतात.

गो० — अहोपण बारा राशींतील बहुतेक तारे या राशिचक्रा बाहेर दिसतात.

गु० — स्थिर तारे किती दूर आहेत हा निश्चय करणें आपल्यास असाध्य, अतएव ते राशिचक्रांत आहेत असें ह्मणावें. ह्यावरून असें समजावें, कीं राशिचक्र ह्मणून जो आकाशांतील प्रदेश, त्याकडे किंवा त्यांत ते असतात, आणि तेथून आपणावर प्रकाशतात.

परंतु

क०- परंतु जा ताऱ्यांचा आपल्या दृष्टीस बरासा भासही होत नाहीं, त्यापेक्षां जे मोठे स्पष्ट प्रकाशि, जांस मोठे तारे असें ह्मणतात, ते काय आपणास जवळ नाहींत ?

गु०— ते जवळ आहेत ह्मणून, किंवा त्यां सर्वांची महत्वें भिन्न भिन्न, त्यामुळें कित्येक मोठे आणि स्पष्ट प्रकाशित दिसतात, या गोष्टीचा निवाडा करावयास जोतिषकार समर्थ नाहींत. अरे त्यांस सूर्य असें मानितात, मग त्या नाना सूर्यांचीं, आणि त्यांचे ग्रहांचीं परिमाणें वेगळालीं असतील असें कां मानू नये

क०— असें असलें तर मग या तारांगणाचें आश्चर्य आणि सौंदर्य कोठवर वर्णावें, प्रत्येक तारा आपआपल्या महत्वानुरूप ग्रहगणें करून युक्त आहे, असें मनांत येतांच कितीतरी चमत्कार वाटतो पहा!

गो०— महाराज मला अविश्वासी ह्मटलें, तथापि माझ्या मनांत शंका उठल्या वांचून रहाणार नाहीं, मला तर असें वाटतें कीं या तुमच्या मनांत सत्य वि

षया

षया पेक्षां मनोरंजक विषय फार आहे. हें मन द
ढुनकरून खरेंच असेल, परंतु याचा प्रतिपादना
र्थ मला कांहीं सबळ प्रमाण दिसत नाहीं. पृथ्वी स्थि
र आणि इचा भोंवते सूर्य तारादिक फिरताहेत, ही
गोष्ट केवळ प्रकट आणि अनुभव सिद्ध आहे; तस्मा
त् हें आपलें ज्योतिःशास्त्र इंद्रियजन्य अनुभवास
विरुद्ध आहे.

गु०— इंद्रियें आपणास वारंवार भ्रमातें पाववितात,
म्हणून त्यांचाच व्यापारावर केवळ जाऊं नये.

गो०— तरमग आपण कोणाचा भरंवसा धरावा, इ-
द्रिय द्वारावांचून तर कोणत्याच पदार्थाचा आपणा
स बोध होत नाहीं ?

गु०— पदार्थाचें ज्ञान व्हावयास इंद्रिय मुख्य द्वार आ-
हे खरें; परंतु तद्वारा मन जा विषयाचें ग्रहण कर
तें, तो विषय सत्य किंवा आरोपित, हें समजाया वि
षयीं मनन, विचार, करून निर्धार, करावयास मना
चे ठायीं एक शक्ति आहे. या शक्तीस आपण विवे
क म्हणतों, हा विवेक वारंवार आपल्या प्रत्ययास आ
णितो, किं आपलीं इंद्रियें भ्रमास योग्य आहेत. अरे

जास

ज्यास एक सारिखा वारा लागून चालत आहे, अशा तारवांत तूं जर बसला असतास, तर तारूं स्थिर असून, घरें झाडें इत्यादि पदार्थ चलन पावतात, असें तुला यासमयीं स्मरण झालें असतें.

गो० — मी लहानपणीं तारवांत बसें, तेव्हां आपण सांगतां तसेंच मला वाटत असे; परंतु आतां असें कळूं येतें, कीं तें चलन आरोपित होय, असल्या प्रसंगीं विवेक माझा दृष्टिदोष प्रत्ययास आणून देतो खरा.

गु० — या विवेकानें असें कळूं येतें, कीं समुद्रादिकांचे तीरावरील पदार्थांचे ठायीं जो चलन भ्रम आरोपित आपल्यास होतो, तो आपल्या चलनावरून होय, वरें आपले नौकेचें चलन आपल्यास कां गोचर होत नाहीं, असें ह्मणशील तर त्यास कशाचा प्रतिबंध घडत नाहीं. जेव्हां आपल्या चलनास कशाचा अवरोध होतो, तेव्हांच तें आपणास गोचर होतें; ज्या नौकेस एक सारिखा वायू लागून जी निश्चल उदकावरून वहात असेल, अशीं जर तूं डोळे मिटून बसलास, तर तुझा अंगीं नौकेसारिखी गति

आहे

आहे असें तुला समजणार नाहीं; कारण नौकेस कशाचा धक्का बसत नाहीं; कांठीचे पदार्थांचा ठायीं पाहशील तर तुझा दृष्टीस पडेल, ते झांच मी चलन पावत आहें असें तुला कळूं लागेल. हाच न्याय पृथ्वी गतीचा ठायीं आहे; ही पृथ्वीरूप नौका आपल्या वरील यच्चयावत् पदार्थ. आणि जावापूर्वें इला वेष्टन आहे तो, यासर्वांस आपणावर बसवून आकाश समुद्रांत पर्यटन करीत आहे; इचा गतीस कशाचा प्रतिबंध होत नाहीं. ह्मणून चांगल्या वायूनें निश्चल समुद्रा वरून जाणार नौकेंतील उतार्‍यां सारिखें, पृथ्वीचे उतार्‍यांस, आपलें पर्यटन गोचर होत नाहीं.

गो०—निश्चल समुद्रा वरून नौका जात असतां, तिजमधील उतार्‍यांस आपली गति नसमजणें. याचें मुख्य कारण हेंच, कीं ते उतारु अति मंद वेगानें जात असतात; परंतु असें काहीं पृथ्वीच्या ठायीं नाहीं, ती तर आपल्या सांगण्या वरून सत्वर वेगानें फिरत आहे.

गु०— नौका मंद वेगानें चालती ह्मणून उतार्‍यांस आपली गति समजत नाहीं असें नव्हे, तै एक सारि-

रखा

ख्या वायूनें वाहिले जातात, आणि त्यांस कांहीं विष-
म प्रतिबंध होत नाहीं, ह्मणून जरी तेकेवळ सबळ
वायूनें वहात असले, तथापि त्यांस आपली गति क
ळणार नाही; इतकेंच कीं वायूमात्र एक सारिखा ला
गत असावा, आणि तेणेंकरून पाण्याचे अंगीं रव
ळाळी उत्पन्न होऊं नये; परंतु जलाचे अंगीं अशी-
स्थिती येणें अशक्य, कांतर वायू समुद्राचे ठायीं ला
टा उत्पन्न केल्यावांचून कदापि राहणार नाहीं, याक
रितां त्यालाटांचा अल्प किंवा विशेष अवरोध नौकेस
घडतो, तेणेंकरून नौकेची गति विषम होती, आणि-
विषम होती ह्मणून ती उताऱ्यांस कळूं येती.

गो० — बरें, हें मान्य केलें, परंतु जरि उताऱ्यांस आपली ग
ति कळत नसली, तथापि आपली नौका चालत आ
हे, असें जाणायास तीरावरील पदार्थांचे ठायींचें-
जें आरोपित चलन दिसतें, तें हें एक त्यास आधा
र आहे. असा पृथ्वीचे उताऱ्यांस काय आधार आ
हे.

गु० — पृथ्वीची गति जाणावयास सूर्य तारांगणांची आ
रोपित गति, ही कोणीएक तसाच आपल्यास आ-

धार

धार होय. अरे आपण असें कल्पावें. कीं ही पृथ्वी आपल्या कण्याभोंवती नौके सारिखी फिरत आहे, जो प्रत्येक ताराही फिरत असतां मागें पडतो, तो चलन पावतो असें आपण कल्पितों. आणखी वायू यंत्रांत बसणारां पासून म्या असें ऐकिलें आहे. कीं वायू यंत्र वर चढूं लागलें. म्हणजे तें वर चढत आहे. असें वाटत नाहीं. पृथ्वीच खालीं जात आहे असें भासतें.

सृष्टींतील सर्व देव करून व्यवहार सुगम उपायें करून घडावे, हा नियम सर्वत्र आपल्या दृष्टीस पडतो आहे. आणि सृष्टि निर्माण कर्ता जो भगवान् त्याचे माहात्म्यास हा नियम योग्य दिसतो. असें असतां पृथ्वी स्थिर आणि सूर्य तारागण चर, असें मानून त्या नियमास बाध आणावयास हेतु कोणता; त्यांचा जो अनुक्रम सिद्ध गति. आकर्षण नियमावरून न्याय सिद्ध होत आहेत, त्यांची तूं म्हणतोस तसें मानूं जातांच अनुपपत्ती होईल, आणि सृष्टीचे ठायीं जो व्यापार नियम चालला आहे, आणि सुरेख पणा आहे, त्यांचा भंग होईल. तूं असें पहा. कीं या सूर्य तारागणा

चा ठायीं

च्या ठायीं, जें आरोपित चलन मानलें आहे, तें जर व-
स्तुतः घडत असतें, तर यांस अहर्निशीं बरें किती
अतोनात परिभ्रमण करावें लागतें आकाश मंडला
चा ठायीं आपल्या पृथ्वी पेक्षां अति स्थूल पदार्थ
पुष्कळ पडले आहेत; हे कोणी लहान लहान सतेज
पदार्थ होत, अशी आपली समजूत करायास आप
ले नेत्र पहातात, परंतु कांहीं केल्यानें होत नाहीं. कार
ण शास्त्र सांगत आहे कीं हें अती स्थूल गोल. यांचे
वास्तवीक परिमाणांत दूरत्वामुळें मात्र न्यूनता आली
आहे. असें असतां या पृथ्वीचें फिरणें आपल्या ध्रु-
वा भोंवतें न घडावें, या अल्प हेतूस्तव अशा अशा वि-
शाल गोलानीं एवढ्या विस्तीर्ण आकाशांत प्रतिदिनी कि
मर्थ भ्रमावें ?

गो०— आतां तुमचें मत खरेंसें मला वाटूं लागलें. परं
तु जें मत माझा मनांत वागत होतें त्याजपेक्षां हें के
वळ विलक्षण, अतएव याजवर माझी श्रद्धा एका ए
कीं बसत नाहीं, म्हणून आपली मजवर अवकृपा होऊं
नये. बरें महाराज पृथ्वीचे गतीचा वेग किती अस
तो ?

पृथ्वीचें

गु०—पृथ्वीचें आपल्या ध्रुवा भोंवतें जें परिभ्रमण, तें णेंकरून ही आपली मुंबई नगरी एक्या मिनुटांत क्रमारें १४ मेल चालती.

कृ०— तर पृथ्वीचे सर्व विभागांचे ठायीं समवेग गति नसति काय?

गु०— जर त्वां कांहीं विचार केला असतास, तर तूं असा प्रश्न नकरितांस. ध्रुवा कडील विभागा पेक्षां समरेषेवरील विभागांचे अंगीं विशेष गति असली पाहिजे, कारण त्यां दोघांचें परिभ्रमण चोविसच अवरांत घडतें.

कृ०— आपण सांगतां तें सत्य होय; कांतर ध्रुव वर्तुला पेक्षां समरेखा वर्तुळें विशाल असतात. परंतु पृथ्वी सूर्या भोंवती प्रदक्षिणा करिते समयीं तीचे सर्व भागाचे ठायीं समवेग गति असली पाहिजे.

गु०— होय; एक्या मिनुटांत क्रमारें हजार मैल चलन पावत असा वेग सर्व भागांच्या ठायीं असतो.

गो०—अशी तीव्र गति पृथ्वीचे अंगीं असतां, आपणासती अगोचर असावी. यापेक्षां दुसरा तर चमत्कार कोणता! महाराज, या तुमच्या मतावर माझा विश्वास

श्वास बसणार नाहीं, ह्मणूनच हें मला आपण पूर्वी-
सांगीतलें नव्हतें.

बरें गुरुजी पूर्वी, ही पृथ्वी ग्रहगणाच्या चलन मध्य
आणि चंद्र सूर्य तारा याजभोंवतें चलन पावत आहेत, अ
सें मानिलें होतेंना ?

गु० — हें मत पुर्वी मालमी ह्मणून एक शास्त्र कर्ता झाला
होता त्याचें होय. सुमारें तीनशें वर्षे मागें कुपर्निकस
नामा एक प्रसिद्ध जोतिषकार निर्माण झाला. त्यानें त्या
तालमाईक मताचें खंडण करून आतां जें मीं तुला सां
गतों आहें. तें स्थापिलें, आणि त्या दिवसा पासून यास
कोपर्निक मत असें ह्मणतात. परंतु ज्याचे प्रतापें करू
न याग्रहगणाचें रमणीय आणि सुशोभित चलन व्य
वस्थेचें आपणांस ज्ञान प्राप्त झालें, असा जो गुरुत्वा
कर्षकत्व वाद, हा न्युटनाचे गंभीर बुद्धिनें लोकांत प्र-
कट केला. हा न्युटन केवळ अर्वाचीन कालांत उत्पन्न
झाला होता.

ह० — मला तर असें दिसतें, कीं अवलोकनें करून ग्रह-
गतीचा शोध लावावयास फारसें अवघड नाहीं,
परंतु ते अमुक अमुक शक्तीचा प्रेरणें करून वर्त

ताहेत, असें अनुमानही करावयास दुःशक. बरें ऐसाकनुटनाचे मनास गुरुत्वा कर्षकत्वाची कल्पना, प्रथमतः कशी स्फुरद्रूप झाली असेल, हें मला नवल वाटतें.

गु०— कोणी एक त्यास प्रसंग घडून आला, तेणें करून ती कल्पना त्याचे मनांत स्फुरद्रूप झाली; त्याप्रसंगा पासून असें सबळ मत उत्पन्न होईल, असें कोणाचाही मनांत आलें नसतें. असें झालें कीं इश्वी शकाचे सुमारें १६६५ वर्षांत, नुटनाचे गावांत काहीं एके रोगाचें प्राबल्य झालें. तेव्हां त्यारोगाची बाधा आपल्यास नव्हावी. ह्मणून त्याणें गांवा पासून स्थळांतर केलें; त्यास्थळांतरीं एके दिवशीं आपले बागांत बसला असतां. एक्या झाडा वरून फल पडतां त्याणें पाहिलें. इतक्या वरून आपले ठायीं विचार करूं लागला. कीं हें फळ कोणत्या कारणामुळें भूमीवर पडलें.

गो०— महाराज. असल्या गोष्टीवरून विचारांत पडणें. हें काहीं थोर बुद्धीचें लक्षण नव्हे. हा व्यापार स्वाभाविक आणि साधारण. अशावरून कोणी

नवल

नवल मानील असें तर मला वाटत नाहीं.

गु० — ही सृष्टि आपणास विचार चालायाचें एक महा स्थान होय. इचा ठायीं ज्ञानाचीं सर्व भांडारें पुरलीं आहेत, असा विचार सामान्य बुद्धीचें मनुष्य नकरितां, इजमधील साधारण व्यापारांची अवगणना करितात, आणि ते व्यापार स्वाभाविक ह्मणून त्यांचा शोध करीत नाहींत. अशां व्यापारां पासून चमत्कार, विचार, शोध, इत्यादि विषय काढणें, हें बाबा थोर बुद्धिचें लक्षण होय; देवकृत कर्मांचा विचार करूं लागलें असतां देवाचे ज्ञानाची संभावना, आणि अभिनंदन आपले कडून होऊं लागतें.

सारांश केवळ साधारण व्यापारांतील जें फळाचें पतन, याजवरून अशा नियमाचा शोध लागला, कीं ज्याचे आश्रयानें याकोपर्निक मताची उभारणी झाली; नुटनाचे पुर्वीं या मताची केवढी मान्यता झाली असेल, ती असो, परंतु आतां हें अशा स्थानीं बसलें आहें, कीं कदापि ज्याचा भ्रंश होऊं नये.

तस्मात्

क० — तस्मात् तें फळ अत्यंत हित कर्ते. आणि जीं फळें कवीनीं गाइलीं आहेत, त्यापेक्षां हें अति स्मरणीय होय.

इत्यष्टमः संवादः

अथ नवम संवाद पृथ्वी विषयीं

यासंवादांत भूगोल — आणि त्याची आकृति — आंदोलक, ऋतुभेद आणि अहोरात्रांची मानवृद्धि — उष्णकालींचा उष्णत्वाचें कारण, सौरमान नाक्षत्रमान आणि सममान इत्यादिकांचें निरूपण केलें आहे.

गु० — आपणां सर्वांस या पृथ्वी ग्रहाची विशेषें करून अपेक्षा आहे. म्हणून ईचा वार्षिक आणि दैनं दिन गति पासून जींजीं कार्यें उत्पन्न होतात, त्याचें तुम्हाजवळ आज व्याख्यान करावें. असा माझा मनोदय

य झाला आहे; परंतु हें व्याख्यान तुह्मास सुबोध व्हावें. यास्तव भूगोलाची वोळख करून दिली पाहिजे. तुह्मां कोणास भूगोलाचें परिज्ञान झालें आहे असेंनर मला वाटत नाहीं?

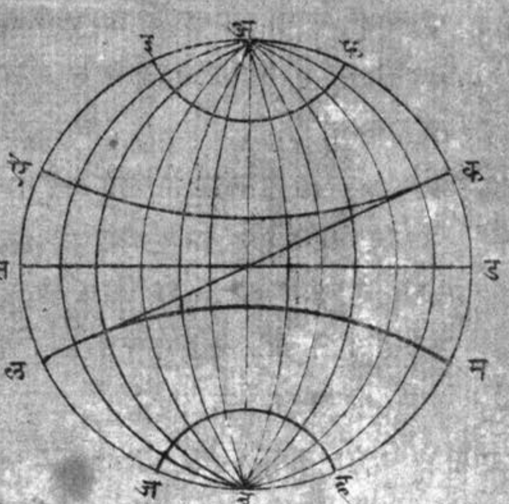
गो०—व तें ज्ञान कोठून होईल. गोलावर ज्या रेषा काढल्या असतात, त्यांचीं नावें म्या एकवेळ मुखोद्गत केलीं होतीं. परंतु त्या रेषा केवळ कल्पित असें माझे कानीं येतांच. त्या पठनीय नव्हेत असें मला वाटूं लागलें, मग त्या अनास्थे नें मी विसरून गेलों.

गु०—तेव्हां तुझा मतें, ज्योतिषकारानीं श्रम घेउन इतक्या ज्या रेषा गोलावर साधिल्या आहेत, या निरर्थक होत. या रेषांचें तुह्मास ज्ञान झाल्याविना. पृथ्वी गतीचें कितीएक कार्यांचें तुह्मास व्याख्यान करणें, मला कठीण आहे. ज्योतिःशास्त्रांत काहीं अभ्यास करूं इच्छित असलास, तर ह्या पुढील आकृतींत ज्या सर्व रेषा काढल्या आहेत, त्या तों यथास्थित शिकल्या पाहिजेत.

गो०—व त्या रेषांचीं नावें मला केवळ घोकरपणीं शिकविलीं होतीं, ह्मणून त्यांचे अर्थाचा बोधही मला झा

ला

आकृति दुसरी



ला नाहीं; आण
खी भीतर आप
णा पासून असें
ऐकतों. कीं मना
नें धरलेल्या अ
र्थाचें दुसऱ्यास
प्रदर्शन करण्या
विषयीं शब्दफा
र उपयोगीं आ-
हेत.

गु० — तुझा तस
ल्या अवस्थेंत यारेषांचा उपयोग तुझा लक्ष्यांत याव
यास मोठा विचार पडता. तथापि यारेषा जा आकृ
ति दाखवितात, त्यांचा तुला बोध यारेषांचे नावाव
रून झाला असता. बाळपण हीअवस्था अशी आ
हे, कीं जीचा ठायीं आपली मेधा कोणी एक विष-
य दृढतेने, आणि अल्पायासानें धरून ठेविती;
याअवस्थेंत नाना विषयांचे समुदायांचा अंतःक
रणांत संग्रह करून ठेवावा, आणि आपली बुद्धि प्रौ

ढ

ट दृष्टींत आली. ह्मणजे मग त्याविषयांची योजना-कोठे कोठे कसी कसी करितात. हें समजून घ्यावें. ज्या विषयांचा मुलांस पूर्ण बोध होईल, तोच त्यांस शिकवावा, दुसरा शिकवूं नये. हा माझे मतें फक्त विचार नाहीं. आकृति, गति, इत्यादिकांचे नाना प्रकार बोधक जे सांकेतिक शब्द आहेत, त्याचें ज्ञान जर तुला पूर्वींच झालें असतें, तर सिद्ध पदार्थ विज्ञान पठण करावयास तुला किती सुलभ झालें असतें. सृष्टि व्यवहार नियमाचें तुलास निरूपण करिते समयीं, मला केवळ सामान्य आणि लौकिक भाषण संप्रदायें करून सांगावें लागतें, तेंच निरूपण अन्वर्थक शास्त्रीय शब्दांनीं केलें असतें, तर यथास्थित पणें आणि शुद्धपणें त्या कल्पनेचा तुलास बोध अवश्य झाला असता; परंतु असें तुलास समजायाचें नाहीं, ह्मणून त्याचा म्यायेथें प्रयोग केला नाहीं.

क०— महाराज यारेषा जितक्या असतील, तितक्या आह्मी शिकूं, याजविषयीं आपण संशय मानूं-नये. आतां त्या आह्मीं मुख पाठ कराव्या. यास्त

व

व आपण कृपाकरून प्रथमतः त्यांचीं नामें आह्मा स बोलून दाखवावीं.

गु०— बोलून दाखवायास माझाकडून कांहीं अनमान नाहीं. हागोल पृथ्वीचा स्वरूप दर्शक होय; या चे मध्यांतून जीरेषा आरपार झाली आहे; आणि जिला मध्यें धरून हा फिरत असतो, तीस पाचा-कणा ह्मणतात; अब त्याकण्याचीं जीं शेवटें, हे दोन ध्रुव होत, यादिक परत्वें करून उत्तर ध्रुव आणि दक्षिण ध्रुव अशी संज्ञा होय. यागोलाचे दोन समभाग होउन त्याभागाचे एक एक्या अंगास एक एक ध्रुव राही, असें जें सड वर्तुल यास विभागितें. त्यास समरेषा किंवा विषुववृत्त ह्मणतात; त्यासमरेषेचे उत्तरे कडील जो गोलभाग, तो उत्तर गोलहोय; तिचा दक्षणे कडील जो गोलभाग, तो दक्षिण गोलहोय; इक जें लहान वर्तुल उत्तर ध्रुवा भोंवतें असतें, त्यास उत्तर वृत्त; आणि जहं जें दक्षिण ध्रुवाभोंवतें वर्तुल असतें, त्यास दक्षिण वृत्त ह्मणतात. या ध्रुववृत्तांचे आणि समरेषेचे मधील अवकाशांत आणखी जीं दोन वृत्तें, त्यांस अयन वृत्तें ह्मणतात; उत्तरे कडी

ल

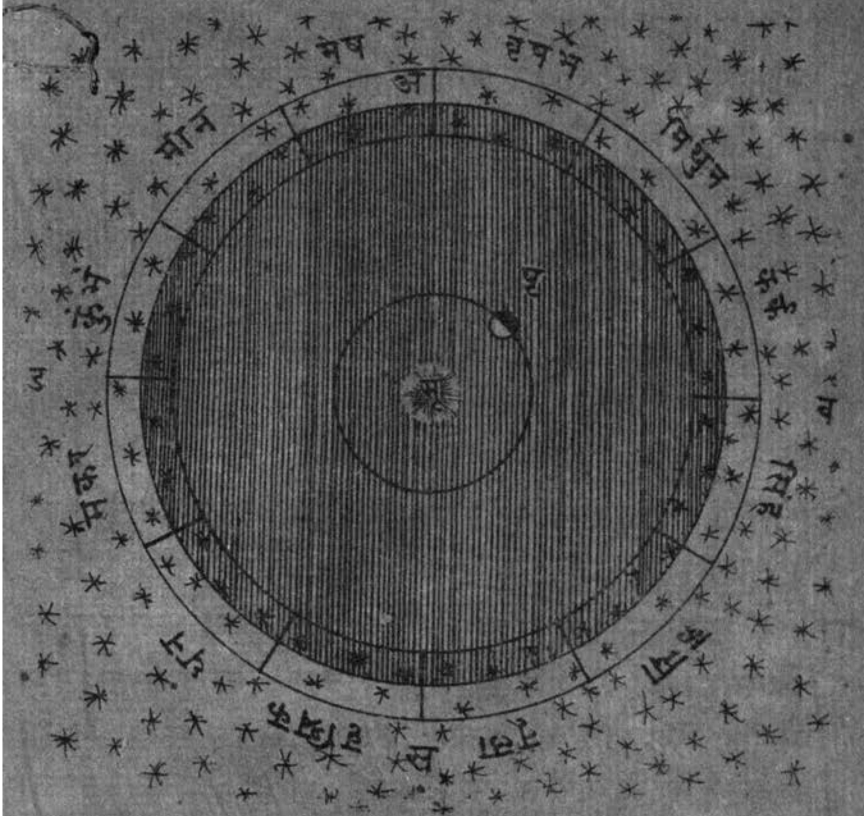
ल जें एक अयन वृत्त, त्याचें नाव कर्कादि वृत्त; द क्षिणे कडील जें लम अयन वृत्त, त्यांस मकरादि वृ त्त ह्मणतात. या गोलाचे दोन समभाग करून, आ णि समरेषा छेदून, उत्तरे कडेस कर्कादि वृत्तापर्यंत, आणि दक्षिणे कडेस मकरादि वृत्तापर्यंत गेलें आहे, असें जें एक वर्तुल, त्यास क्रांतिवृत्त असें ह्मणतात. हें भूगोलावर काढलें आहे याजवरून याचें आरो पित ज्ञान व्हावयाचें; क्रांतिवृत्त ह्मणून ही आकाशां त कल्पित रेषा आहे. ही राशिचक्राला वेधून पृथ्वी कक्षेचें तळ व्यापून राहिली आहे.

गो०— पृथ्वी कक्षेचें तळ ह्मणून काय आहे, याचा अर्थ मला कळत नाहीं.

गु०— तळ ह्मणजे समान सरळ क्षेत्र होय. आपण अ सें मानावें, कीं एक समान पातळ पदार्थ सूर्य मध्य भेदून स्थिर ताऱ्यां पर्यंत विस्तार पावून राशि चक्रा मध्यांतून जें वर्तुल पार झालें आहे, त्याशीं जाऊ न भिडला आहे. या पदार्थात पृथ्वी सूर्य प्रदक्षणा करिते समयीं चलन पावती; ह्मणून याला पृथ्वी चे कक्षेचें तळ ह्मणतात, आणि जा वर्तुलांत हें तळ

राशि

राशि चक्रांतील राशि छेदून समाप्ति पावलें आहे,

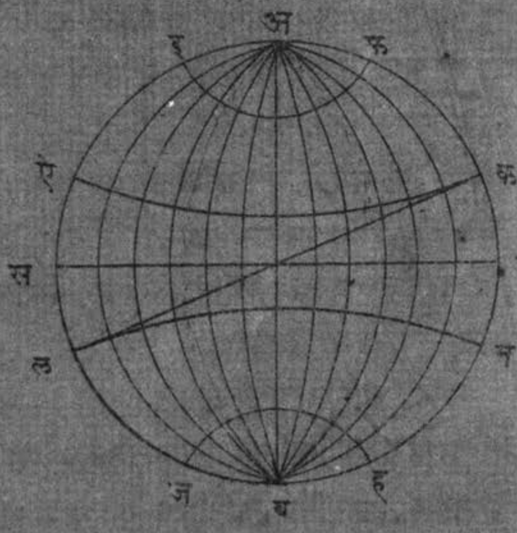


तें वर्तुल क्रांतिवृत्त होय. ही आकृति त्या तत्त्वास दाखविती, सूर्य पृथ्वी आपले कक्षे सहित आणि अब सड हीं अक्षरें राशिचक्रा मधोमधून पार झालेलें

लेलें जें क्रांतिवृत्त त्यास दाखवितात

कु॰— जर क्रांतिवृत्त केवळ आकाश संबंधी आहे, तर मग त्यास भूगोलावर किमर्थ काढलें आहे?

गु॰— भूगोलाध्याय पठण करितां, तत् संबंधी जींक्लें असतात; त्यांचें उपपादन हें क्रांतिवृत्त सोपें करून देतें; आणखी यास भूगोलावर काढलें असतां याचे अंगीचें जें तिर्यक्त्व, ज्यामुळें हें समरेषेशीं तिर्कस असतें, तें दृष्टोत्पत्तीस चांगल्या प्रकारें येतें; आणि या क्रांतिवृत्ताचें तिर्यक्त्व असें दाखवितें कीं पृथ्वीचा कणा आपले कक्षेचे तळाशीं तिर्कस असतो आतां त्यामागील आकृतीचा यथें पुर्वव



न आकार काढिला आहे, तिचा पुनः विचार करावा. भूगोलावरील जीं इफ, ऐक, सड, लम, आणि हज, वृत्तें प्रत्यक्ष भूगोलावर पाहिलीं असतां समांतर दिसतील, त्याचे मधील जो प्रदेश, त्यास खंडें ह्मणावीं; असें कीं, सायन वृत्तांत जो प्रदेश संभवतो तो उष्ण खंड होय; सायन वृत्तापासून ध्रुव वृत्ता पर्यंत जे अवकाश विस्तारले असतात. ते उत्तर आणि दक्षिण समोष्ण शीत खंड होत; याच प्रकारें ध्रुव वृत्ता मध्यें जे प्रदेश सामावले असतात, ते उत्तर आणि दक्षिण शीत खंड असें जाणावें.

समरेषेस समकोणानुरूप छेदून एक्या ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवा पर्यंत गेल्या आहेत अशा ज्या भूगोला वरील रेषा, त्यांस याम्योत्तर रेषा ह्मणतात. यांतील जी रेषा सूर्याचे केवळ मुधोमध खालीं असती, त्या रेषे वरील अवघ्या स्थानावर मध्यान्ह किंवा दिवसाचीं बारा अवरें होतात, आणि या रेषेचे केवळ बरोबर गोलाचा खालील अंगास जी रेषा असती, त्या स्थानीं

मध्य

मध्यरात्र होती.

शि० — तेव्हां या दोहों रेषां पासून एक सारिखीं दूर जीं स्थान असतात, तेथें सहा अवरें होत असावीं.

गु० — होय. सूर्या खालचे रेषेचे पूर्वेकडेस जीं स्थानें असतात, तथें संध्या काळचीं सहा अवरें होतात. कारण तेथें सूर्योदय होउन गेला असतो; आणि त्या रेषेचा पश्चिमे कडील स्थानीं प्रातःकाळींचे सहा अवरांचा समय होतो, कांतर तेथें नुक्ता सूर्योदय होत असतो.

समरेषा क्रांतिवृत्त इत्यादिक जीं वर्तुलें गोलाचे दोन दोन समभाग करितात, त्यांस महावृत्तें ह्मणतात; अयन वृत्तांस आणि ध्रुव वृत्तांस लघु वृत्तें ह्मणतात, कारण तीं गोलाचे दोन दोन विषम भाग करितात. सूर्य वर्तुलांचे ३६० समान खंड केले असतात, त्यांस अंश संज्ञा होय. या एके एके अंशाचे साठ साठ समान खंड केले असतात, त्यांस कळा असें ह्मणतात. जीं वर्तुलाचे मध्यास भेदून, जीचा दोही मर्यादा त्याचे परिधिशीं लागतात, अशीजी सरळ रेषा, ती वर्तुलाचा व्यास होय; परिधीचा तृतीयांशास कांहीं उणा इतका लांब व्यास असतो. बरें तो व्यास किती असावा?

शि० — तीनशें साठाचे तृतीयांशास कांहीं उणा, तेव्हा सुमारें १२० अंश

अंश असावे.

गु०— खरें आतां याम्योत्तर रेषेंत अवघे किती अंश असतात हें कृष्णा तूं सांग

कृ०— याम्योत्तर रेषा एक्या ध्रुवा पासून दुसऱ्या ध्रुवा पर्यंत गेली असती. ह्मणून तीं अर्धे वृत्त होय, आणि अर्धे वृत्त अतएव तिचा ठायीं १८० अंश असावे.

गु०— बहुत बरें; आतां समरेषे पासून ध्रुवापर्यंत किती अंश आहेत?

गो०— कोणत्याही ध्रुवा पासून समरेषा एक सारिखी दूर असती, अतएव तिज पासून ध्रुवापर्यंत अर्ध याम्योत्तर रेषे इतकें जें दूरत्व तें वर्तुल पाद इतकें असावें. आणि त्याचा ठायीं नव्वद अंश असावे.

गु०— अंशद्वारा सर्व वृत्तांचे ३६० हे भाग केले असतात, परंतु याखेरीज क्रांति वृत्ताचे आणखी १२ विभाग केले आहेत, त्यांस राशी ह्मणतात. हे राशिनक्षत्रें होत. यांमधून क्रांतिवृत्त पार गेलें आहे. यां राशींस मेष वृषभ इत्यादि १२ संज्ञा आहेत. उत्तरे पासून दक्षणे कडे, किंवा दक्षणे पासून उत्तरे कडे जे अंश याम्योत्तर वृत्तांवर मोजीत जावे, त्यांस भुजाचे अंश असें ह्मणतात; समरेषेवर कि

वा

या कोणेएके लघुवृत्तावर पूर्वेपासून पश्चिमे कडेस जे अंश मोजितात, त्यांस कोटीचे अंश ह्मणतात; आणि असे अंश त्यालघु वृत्तांवर मोजितात ह्मणून त्यावृत्तांस कोटिवृत्तें अशी संज्ञा होय; त्यांस भूजांचा समानांतर रेषाही ह्मणतात

कु० — तेव्हां जसें जसें वृत्तांचें परिमाण तसें तसें त्याजवर मोजलेल्या कोटीचे अंश लहान मोठे असतील; असें कीं समरेषेवर मोजलेले अंश केवळ मोठे, ध्रुव वृत्तांवर मोजलेले अंश केवळ लहान?

गु० — होय, तसाच विचार आहे; जापेक्षां लहान मोठ्या वृत्ताचा ठायीं अंश संख्या समान, त्यापेक्षां ते अंश लहान मोठे अवश्य असावे. परंतु भुजांचे अंश कदापि लहान मोठे होत नाहींत; कारण जां याम्योत्तर वृत्तांवर त्यांस मोजावे, त्या सर्व वृत्तांचें परिमाण समान असतें.

कु० — बरें भुजाचा अंश केवढा मोठा पडतो?

गु० — तो भूगोलाचे ६० मैलां इतका होय, जो भूगोल मैल इंग्लिश साडेचे सष्ट ६९॥ मैलां इतका असतो

कु० — तेव्हां कोट्यंश समरेषे जवळ जर मोजिले, तरते भुजांचे अंशा एवढे होतात.

जर

गु० — जर पृथ्वी पूर्ण गोल असती, तर त्या अंशाचें परिमाणें एकसारिखें असतें; परंतु पृथ्वीची आकृति केवळ गोलाकार नाहीं, ती समरेषे जवळ काहींशी रुंदट, आणि ध्रुवाजवळ निरुंद अशी असती, समरेषे जवळ ध्रुवोत्सार प्रेरणेचा व्यापार केवळ सबळ घडतो, ह्मणून ही आकृति पृथ्वीचे अंगी आहे असें मानिले आहे.

गो० — माझा मतें मला ध्रुवोत्सार प्रेरणेचा पूर्ण बोध झाला होता, परंतु या प्रसंगीं त्या प्रेरणेचें कार्य माझा लक्ष्यांत येत नाहीं.

गु० — पृथ्वी आपले कण्या भोंवती परिभ्रमण पावती, येणें करून तिचे सर्व अंश तिचे मध्यापासून उडावयास केवळ अभिमुख असावे, आणि त्या अंशाचे चलन वेगाचा तारतम्यानें त्याचे अंगीं उड्डानाभिमुख्य असावें; आतां ध्रुव वृत्तगत अंशाची प्रदक्षिणा जितक्या काळांत होती, तितक्याच काळांत, समरेषे जवळील पृथ्वी अंशाची प्रदक्षिणा घडती, तस्मात् समरेषागत अंशाची गति आपल्या चलन वर्तुलाचा आधिक्या प्रमाणें अति तीव्र होय, आणि अति तीव्र अतएव ध्रुव वृत्तांपेक्षां स

मरेषे

मरेषे जवळ ध्रुवोत्सार प्रेरणेचा व्यापार केवळ सबळ घडतो; हा व्यापार ध्रुवांकडे उत्तरोत्तर उणा असतो, आणि ध्रुवांचा आंसा भोंवतें फिरणें होतनाहीं, ह्मणून तेथें केवळ नाहींसा होतो. असा पृथ्वीचा ठायीं विचार आहे, ह्मणून आपण असें मानावें, कीं इला देवानें काहिंशा प्रवाही द्रव्यानें केलें असतें, तर ध्रुवोत्सार प्रेरणें करून इचा अतिशीत खंडातील अंशापेक्षां अति उष्ण खंडातील अंश आपल्या मध्या पासून फार बाहेर येते; आणि त्यामुळें ध्रुव देश चपटे होउन, समरेषागत देश उंचावले असते.

गो० — ध्रुवाचे जवळील परमाणु पेक्षां समरेषे जवळील, परमाणु, अतिविशेष वेगानें चलन पावतात, असें म्या लक्ष्यांतच आणिलें नव्हतें; याच कारणा मुळें तुमचा मागील बोलण्याचा मला बोध झाला नाहीं.

गु० — आपल्या चलन मध्यापासून पदार्थाचे अंश जितके जितके दूर तितका तितका त्याचे ठायीं चलन वेग विशेष, असेंतां पक्केपणीं स्मरण ठेवावें; आतां पृथ्वीचा आंसहा तिचा दैनंदिन चलनाचा मध्य होय, आणि या मध्यापासून समरेषागत देश अति दूर अंश आहेत

गो०— तेव्हां माझ्या पायांपेक्षां माझें डोकें काय तरेनें चलन पा वतें; आणि खोऱ्यापेक्षां पर्वत शिखरावर, आपल्या अंगीं काय विशेष गति असती.

गु०— होय. यांत संशय काय. तुझ्या पायांपेक्षां तुझें डोकें दूर; पर्वताचे खालींचे प्रदेशा पेक्षां पर्वत शिखर दूर: आणि चलन मध्यापासून पदार्थाचा कोणताही भाग जितका जितका दूर, तितकें तितकें त्याचें चलन वर्तुल मोठें, मोठें, - अतएव तेथील भागाचे अंगीं वेग विशेष.

गो०— बरें तर समरेषागतलोक ध्रुवोत्सार प्रेरणेनें स्पर्श रेषेनें उडून जाणार नाहींतना?

गु०— जाते; पण त्यांस गुरुत्वाकर्षकत्व ओढून धरतें; हें ध्रुवोत्सार प्रेरणेचा व्यापाराधीन त्यास होउं देत नाहीं. याचा व्यापार समरेषेही जवळ ध्रुवोत्सार प्रेरणेचा व्यापारापेक्षां २८८ पट अधिक असतो.

क्ष०— मीं असा विचार करीत आहें, कीं जर पृथ्वी केवळ वर्तुलाकार

गु०— हांहांहांहां वर्तुलाकार नाहीं, गोलाकार बाबा. मध्यापासून जिचे सर्वभाग एक सारिखे दूर, अशीजी वाटोळी रेषा ती वर्तुल, परंतु गोल हा एक वाटोळा पदार्थ होय,

होय, ज्याचें सर्व बाह्य अंग मध्यापासून एकसारिखें दूर असतें

कृ० — बरें, पृथ्वी केवळ गोलाकार नाहीं, दोहीं ध्रुवांशीं चपटी आणि समरेषेजवळ उंचावलेली, अशा चपट्या गोलाकृतीची आहे: याकरितां ध्रुवापेक्षां समरेषेजवळ पदार्थांचा भार विशेष भरणार नाहीं, पाहिलें असतां समरेषेजवळ पृथ्वीचे अंगीं विशेष प्रकृत्यंश, म्हणून समरेषेच्ये मधोमध खालीं, गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापार सबळ असावा.

गु० — तुझी उपपत्ति आपात रमणीय आहे खरी, परंतु कायकरावें ती केवळ दूषणीय, असें मी म्हटल्या वांचून निर्वाह होत नाहीं; कारण पदार्थांचा भाग आकर्षण मध्याशीं जितका जवळ, तितका त्याजवर आकर्षण व्यापार विशेष घडतो. गुरुत्वा कर्षकत्वाचे कार्याचें तुला ज्ञान पाहिजे असलें, तर असें मान, कीं आकर्षण मध्याचे ठायीं बसलेला लोहचुंबक, त्याचे सारिखा गुरुत्वा कर्षकत्वाचा व्यापार होय.

कृ० — बरें जर पृथ्वीस खोल भेदून, जितकें जितकें निचा गुरुत्व मध्याजवळ जाणें घडेल तर गुरुत्वा कर्षकत्वाचा व्यापार आपणावर विशेष विशेष घडत जाईल कीं नाहीं ?

नाहीं

गु०— नाहीं घडणार; गुरुत्व मध्याशीं पदार्थ जितका जवळ, तितकें त्याजवर आकर्षण अधिक चालतें, आणि जितका दूर तितकें कमी आहे. जरत्वां पृथ्वीच्या अंतरंगीं प्रवेश केला, तर वरील जें पृथ्वीचे अंशाचें आकर्षण तें खालील अंशाचे आकर्षणाचें प्राबल्य होऊं देणार नाहीं, आणि जितका जितका गुरुत्व मध्या जवळ पोंहचशील, तितका तितका गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापार उणा होत जाईल; आणि चहूंकडून तुजवर आकर्षण घडत असतां त्या केवळ मध्यभागीं पोंहचलास तर गुरुत्वाकर्षकत्व नाहींसें होउन जाईल, आणि तूं गुरुत्व शून्य होउन जाशील.

शि०— ध्रुवापेक्षां समरेषा गुरुत्व मध्यापासून अति दूर. ह्मणून कोणतेही पदार्थ ध्रुवापेक्षां समरेषे जवळ हलके भरावे.

गु०— वस्तुतः तसेच भरत असतात; परंतु या त्वां सांगितल्या कारणा मुळें पदार्थांचे गुरुत्वास किंचित् न्यूनाधिक्य येतें, जें दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं; दृष्टोत्पत्तीस येण्या जोगा जो विशेष होतो, त्याचें कांहीं एक दुसरेंच कारण आहे.

सृष्टि

गो० – सृष्टि नियमास बाध आणणारें असें तर कोणतें विलक्षण कारण आहे?

गु० – सृष्टिनियमास अल्प बाध आणून त्या नियमाचें अति दृढीकरण करणार, अशी एक ध्रुवोत्सार प्रेरणा तूं ओळखितोस, तीच तेथें कारण होय. इचा व्यापार समरेषे जवळ अति सबळ घडतो, असें नुकतेंच बोलणें झालें; ही प्रेरणा पदार्थास पृथ्वीचे गुरुत्व मध्यापासून उडवावयास पाहती, आणि गुरुत्वाकर्षकत्व पदार्थास त्या मध्याकडे ओढूं पाहतें तस्मात् या प्रेरणेंचा व्यापारानें गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापाराशीं विपरीत भावानें असावें, आणि त्यास उणें करावें. पाहिलें असतां असेंच घडतें, समरेषे जवळ ध्रुवोत्सार प्रेरणा सबळ, ह्मणून येथें पदार्थ अत्यंत हलका भरतो; हीच प्रेरणा ध्रुवा जवळ अत्यंत अल्प, ह्मणून तेथें पदार्थ अत्यंत भारी भरतो.

गो० – पदार्थ अमुक स्थानीं हलका, आणि अमुक स्थानीं भारीं, असें काय नाना स्थानीं तोलून पाहिलें आहे?

गु० – हें पहावयास कित्तीएक तत्वज्ञाते पुरुष समरेषे जवळ, आणि उत्तर ध्रुवाकडे शीत खंडांत स्पापलंड

ह्मणून

ह्मणून जो देश तेथवरही गेले होते पदार्थांचे अंगीं समरेषे जवळ जितकें गुरुत्व असतें, तितकेंच तें त्यापलीकडे देशांत दृष्टीस पडत नाहीं; पूर्तेपणीं ध्रुवाजवळही जावयास नाना प्रयत्न केले. परंतु तेथें अति शीतता आणि थिजलेल्या जलाचा प्रतिबंध, यामुळें एकही यत्न आजपर्यंत सिद्धीस गेला नाहीं.

गो० – गुरुत्वास वैषम्य येतें तें कसें दृष्टोत्पत्तीस आणाल, हें मला कळत नाहीं, कारण ज्या पदार्थाचें गुरुत्व पहावयाचें, त्याचें जर गुरुत्व उणें झालें. तर ज्या दुसऱ्या पदार्थाचे गुरुत्वानें गुरुत्वाचा नियम करावयाचा, त्याचेंही गुरुत्व उणें व्हावें. असें कीं, ध्रुवाकडे तोललेली शेर भर साकर, समरेषे जवळ काहीं उणी झाली, तर तिचा सारिखा शेराचाही भार उणा होईल, वजन आणि तोलावयाचा पदार्थही समरेषे जवळ किंवा ध्रुवाजवळ अधिक उणी असणार नाहीं; तस्मात् या युक्तीनें गुरुत्वाकर्षणाचा व्यापार विषम, असा निर्धार होत नाहीं.

गु० – तूं जी उपपत्ति बोललास ती केवळ सत्य होय; ध्रुवाकडील आणि समरेषे कडील पदार्थांचे गुरुत्वांत जें वैषम्य, त्याचा निर्धार तोलून होत नाहीं; या कारणास्तव आंदोल-

काचा

काचा प्रयोग करितात.

गो० – आंदोलक ह्मणून काय आहे बरें? मोठ्या घड्याळ्यांत जें नियमित काळानें लोंबत असतें तोतर नव्हे कीं? यावरून तें वैषम्य कसें कळूं येईल?

गु० – धातु इत्यादिकांची छडी, किंवा दोरी, इचे एके शेवटास काहींसा भारी पदार्थ बसविला असतो. आणि तिचें शेवट स्थिर आधाराशीं हालतें राही असें बसविलें असतें. आणि भारासहीत जें शेवट, तें लोंबत रहातें, असें जें साधन त्यास आंदोलक ह्मणावें. जर यास हालविलें नाहीं, तर हें पृथ्वीचें आकर्षण पावून तिजवर ओळंब्या सारिखें लंबरेषेनें लोंबत रहातें; यास एकीकडे चढवून सोडून दिल्यास गुरुत्वा कर्षकस लंबरेषेंत उभें करूं पहातें. हें तेथेंही रहात नाहीं, कारण हें उतरतांयाचा अंगीं जो वेग येतो, तेणेंकरून हें जितकें पूर्वीं चढलेलें असतें, तितकेंच दुसऱ्याकडेस चढतें; तेथुन ही गुरुत्वाकर्षकस मागें आणितें, मग हें आपल्या वेगानें पुनः वर चढतें, याप्रमाणें हें लोंबत असतें.

गो० – असें जर असलें तर आंदोलकाचे अंगीं सतत चलन असावें, परंतु म्या आपले मुखा पासून ऐकिलें आहे; कीं पृथ्वीचा दायीं कोणास सतत चलन नाहीं.

जावयूंत

गु० — जावायूंत आंदोलक चलन पावतें त्याचा प्रतिबंध, आ
णि जाशेवरावर हें चलन पावतें त्याचा संघर्ष, इहींकरून
याचें चलन कुंठित होतें. जर असे प्रतिबंध दूर करवतें, त
र आंदोलकाचें ठायीं सतत चलन निर्माण होतें, आणि हें
चलन समान प्रदेशांत आणि समान काळांत घडतें, ह्मणून
केवळ नियमित असतें.

कृ० — होय चलनोत्पादक जी समान प्रेरणा तिजपासून सम
चलन होणें हें तिचें स्वाभाविक कार्य, कारण गुरुत्वाकर्षकत्वा
ची प्रेरणा सर्वदा समान आहे, तस्मात् आंदोलकाचा वेग
समान असावा.

गो० — असें नाहीं, दादा, चुकलास; चलनोत्पादक कारण सर्व
दा समान नसतें, अतएव त्याचें कार्यही सर्वदा समान नसावें,
महाराज माझ्या मतें असें सिद्ध होतें, कीं ध्रुवापेक्षां समरेषे
जवळ गुरुत्वाकर्षकत्व उणें, ह्मणून आंदोलकाचें चलन ध्रु
वापेक्षां समरेषेजवळ उणें असावें.

गु० — तुझा सिद्धांत केवळ खरा होय, गोपाळा, ध्रुवोत्सार प्रेर
णेनें गुरुत्वाकर्षकत्वास समरेषेजवळ जितकी न्यूनता प्रा
प्त होते, तितकीही गणनेंत धरिली, तथापि पृथ्वी गोळ्या
चे चापटपणामुळें, ध्रुवांजवळ गुरुत्वाकर्षकत्व व्यापार वि

शेष

रोप घडतो, असें आंदोलकाचा योगानें कळूं येतें; यावरून गुरुत्वाकर्षकत्वाचे व्यापार वैषम्याचा शोध लागला, आणि पृथ्वीचा खऱ्या आकृतीचा निश्चय झाला.

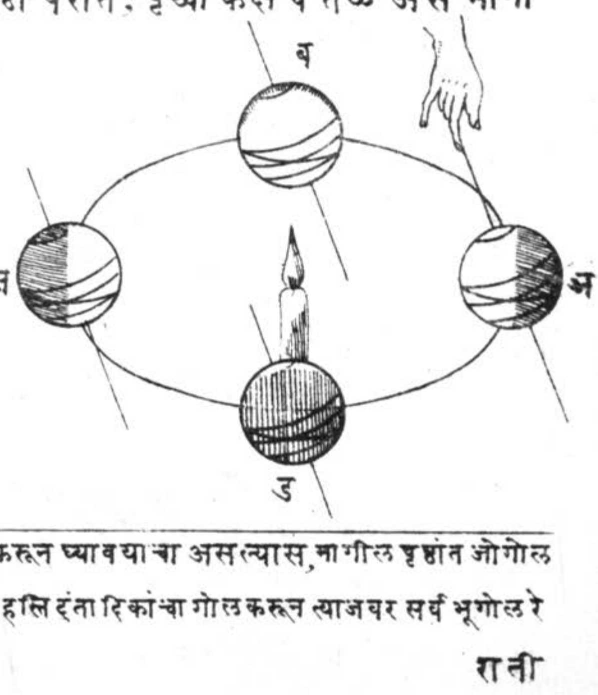
छा० — बरें समरेषादेश, आणि ध्रुवदेश, याचाठायीं कालाचा नियम कसा कसा करितात? जेथें घड्याळें करितात, असा जो इग्लंड देश, तेथें घड्याळाचे आंदोलकाचा झोंका बरोबर एक्या सेकंदांत घडतो, परंतु जरतो ध्रुवाजवळ नेयल्या पेक्षां लौकर होत असला, किंवा समरेषेजवळ हळू होत असला, तर त्यादेशीं राहणारांची कालनियमन करण्याची रीती आपल्याहून भिन्न असावी.

गु० — आंदोलक एके स्थानीं लांब, आणि एके स्थानीं तोकडा, असा त्याचा विपर्यास केला असतां, अवघ्या देशींचा रहाणारांची कालनियमन करण्याची रीति समान होईल; कारण आंदोलकाचे चलनाचा वेग त्याचे लांबी प्रमाणें असतो. समरेषे पेक्षां ध्रुवाजवळ आंदोलक त्वरेनें झोंके घेतो, असें जेव्हां ह्मणतात, तेव्हां त्याची लांबी उभय स्थानीं एकसारिखी असें जाणावें. जो आंदोलकाचा इग्लंड देशाचे भुजरेषेंत एक्या सेकंदांत एक झोंका घडतो, तो आंदोलक ३९ इंचा पेक्षां कांहींसा अधिक लांब असतो. एक्याच सेकंदांत जर या

चा

च्या झोंका समरेषेजवळ न्हावयाचा असला; तर हा किंचित्‌मात्र तोंकडा करावा; आणि ध्रुवाजवळ न्हावयाचा असला, तर किंचित्‌मात्र लांब करावा. ऋतुभेद आणि रात्रिदिवसाच्या न्यूनाधिकभाव, हीं एक्याच कारणामुळें घडतात, यांचें आतां निरूपण करितों.

पृथ्वी सूर्यप्रदक्षिणा करिते समयीं, तिचा आंस तिचे कक्षेचे तळाशीं लंबरूप नसतो. पुढील आकृती वरून ही कोणीएक मोठी परात, पृथ्वी कक्षेचें तळ असें मानावें आणि आंसास, व ध्रुवकास दाखविणार जी तांत तींत वोंवलेला जो गोळा त्यास पृथ्वी ह्मणावें आतां* यातांतीस कर गोळयास, जाप



*हाविषय स्पष्ट करून घ्यावयाचा असल्यास, मागील पृष्ठांत जो गोल दाखविला आहे, तितका हस्तिदंतादिकांचा गोल करून त्याजवर सर्व भूगोल रेषा काढाव्या.

रानी भोंवतें फिरवितों, हीतांत परातीशीं लंबरूप असत नाहीं तिर्कस असती.

कृ० – होय महाराज मला ठाउकें आहे पृथ्वी सूर्या भोंवती उभी फिरत नाहीं; तिचा आंस नमलेला असतो.

गु० – मागें जारेषा तूं शिकलास त्या या लहान गोलावर काढल्या आहेत. पृथ्वी कसेचे तळाचे स्थानीं क्रांतिवृत्त आहे, असेंत्वां येथें मानावें. क्रांतिवृत्तास दोहीं स्थानी जी समरेषा छेदिती, ती असें दाखविती, कीं पृथ्वीच्या आंस बरोबर २३॥ अंश समरेषेपेक्षां नमला आहे. क्रांतिवृत्त जा स्थानीं समरेषेस छेदितें, त्या स्थानास संपात असें ह्मणतात. अरे हाविषय कांहीं स्पष्ट व्हावा ह्मणून हीपणती यापरातींत ठेविली. अशी कीं उचीवात तिचेमध्य भागीं राही; आतां या गोळ्यास यापराती भोंवतें फिरवितों; अरे कृष्णा यापणतीस येथें ठेवून, हें सर्व दिवेविसीव.

मी या पृथ्वीस अजवळ धरिलें आहे. या स्थानींही पर्जन्य काळाच्या आरंभी येती; येथें आली ह्मणजे सायन कर्क होतें.

कृ० – पृथ्वीचा आंस उभा नसतो. हें दाखवायास तुह्मी तीगोलार्चीतांत तिर्कस धरितां काय ?

गु० — होय; कर्क संक्रांति समयीं उत्तर ध्रुव सूर्याकडे निर्कस झाला असतो, ह्मणून याकाळांत, दक्षिण गोला पेक्षां उत्तर गोलावर सूर्य किरण फार पडतात. यासमयीं अवघ्या उत्तर शीत खंडावर सूर्य तपत असतो, आणि हा गोला घुलत घुलत जाई असाया तारेनें फिरविलों, या सारिखी पृथ्वीची दैनंदिन गतिही घडत असती, तथापि ही यावत्काल याच्छानीं आहे, तावत्काल त्या शीत खंडावर एक सारिखा प्रकाश पडत असतो, आणि अवघें दक्षिण शीतखंड अंधकारानें व्याप्त असतें.

गो० — हें तर केवळ विलक्षण होय. पृथ्वीच्या कोण्या भागावर निरंतर रात्र, किंवा दिवस असतो, असें म्या कोठे ऐकिलें नह्तें! अहाहा! दक्षिण ध्रुवलोकांपेक्षां उत्तर ध्रुवलोक कितीतरी सुखी असतील; त्यांजवर सतत सूर्योदय झाला असतो, आणि दक्षिण ध्रुवाकडे राहणारे बापुडे अंधकारांत केवळ निमग्न होऊन रहात असतील.

गु० — तुझा सिद्धांत विचार पूर्वक नसतो. कांहीं थोडासा विचार कर, ह्मणजे उभय सीत खंडस्थांची दैवें समानच आहेत, असें तुला आपें आप कळेल. आतां या पृथ्वीस जा स्थानीं धरिलें होतें, त्या स्थानापासून इला कर्क संक्रांतीचे

तीच्या स्थानाकडे चालतें करूं, आणि सूर्याभोंवतें फिरवूं पहा, ईचा ध्रुव जिकडे झाला होता तिकडेच सर्वदां झाला असतो, आणि आकाशांत एक्याच स्थानास दाखवितो. त्या स्थाना जवळ एक स्थिर तारा असतो. त्यास ध्रुवाची चांदणी ह्मणतात. आतां इचा ध्रुव अचळ थांबवूं, इचा या स्थानींचा विचार करूं; इनें आपले कक्षेचा चतुर्थांश क्रमिला, आणि जेथें क्रांतिवृत्त समरेखेस छेदितें आणि जेथें समरात्रि दिवसकाल उत्पन्न होतो तेथेंही आली.

ह० — येथें तेव्हां एक संपात पुरा झाला. आतां सूर्य एक्या ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत असा सारिखा तपत असतो, कि जसाकाय पृथ्वीचा आंस तिचे कक्षेशीं लंबरूपच आहे, आणि जरतो वस्तुतः लंबरूप असता, तर यारीतीनें सूर्य निरंतर पृथ्वीवर प्रकाशत असता.

गु० — अशा तपण्याचें कारण हेंच, कीं आतां तो आंस सूर्याकडे नमलेला नसतो, किंवा त्यापासून मागें झाला नसतो; त्याणें असी स्थिति धारण केली, ह्मणजे पृथ्वीचे सर्व भागांवर रात्रदिवस एकसारिखे होतात. पृथ्वी आपले कक्षेचे द्वितीय पादांत क्रमण करूं लागली, ह्मणजे त्या आंसाची

स्थिति

स्थिति पालटते. तेणेंकरून उत्तर ध्रुवावर अंधकार येऊन बसतो, आणि दक्षिण ध्रुव प्रकाशमय होऊन जातो. परंतु हे ध्रुव एकदांच प्रकाशमय, किंवा अंधकारमय झाले, असें नाहीं; तीचा पृथ्वीस उष्णकाळापासून पर्जन्य काळ होईतों पर्यंत जसें पुढें पुढें चालवीत गेलों, तसा त्यां ध्रुवांवर आपआपल्या स्थिती प्रमाणें प्रकाश, किंवा अंधकार उत्तरोत्तर अधिक पडूं लागला; हें जें शीत खंड प्रथमतः केवळ प्रकाशमय होतें, त्याजवर लहान लहान रात्री पडूं लागल्या, आणि पर्जन्य काळीं समरात्रिंदिव स्थाना पाशीं पृथ्वी अशी अशी जाऊं लागली, तशा त्या रात्री वाढत चालल्या; आणि पृथ्वीनें तें स्थान टाकितांच, त्या उत्तर ध्रुवावर दीर्घरात्र पडूं लागली, आणि दक्षिण ध्रुवावर सूर्य उगवूं लागला. ही पृथ्वी इचा कक्षेंत आतां चालवूं, आणि ज्या स्थानीं पृथ्वी आली असतां मकर संक्रांत पडते, उत्तर शीत खंड अंधकारांत केवळ निमग्न होऊन जातें, आणि दक्षिण शीत खंडावर निरंतर प्रकाश पडूं लागतो, त्या स्थानीं जावयास ती जशी जशी पुढें होती, तसे तसे उत्तरार्ध गोलावर दिवस लहान, आणि रात्री मोठ्या होत जातात.

तेव्हां

गो०— तेव्हां ज्या सूर्यास म्या विषम दृष्टा असें मानिलें होतें, तो तर अवघ्यांवर एकसारिखीच कृपा करितो हो.

गु०— अवघ्यांवर एकसारिखी नाहीं कळलें: आपण जे उष्ण खंडवासी त्या आपणावर जितके विशेष ऊन पडतें, तितकें समशीतोष्ण खंडावर पडत नाहीं. कारण आपणावर किरण लंबरूप पडतात, समधात खंडावर तिर्कस पडतात, आणि शीत खंडावर तर प्रायशः समान रेषानुरूप पडतात; शीत खंडावर या रीतीनें किरण पडावयाचें कारण हेंच, कीं त्याजवर जेंवर सहा मासांचा दिवस असतो, तोंवर तेथें सूर्य नउगवतां, आणि नमावळतां, क्षितिज रेषे भोंवता फिरतो असा भासतो; त्याचे फिरण्यात भेद इतकाच, कीं तो मध्य रात्री पेक्षां मध्याह्नांत थोडकेसे अंश उंचावलेला दिसतो, परंतु केवळ ध्रुवांवर असा भास होतो, किं सूर्य क्षितिज रेषेपासून चोवीस अवरांत एकसारख्याच उंचीवर परिभ्रमण करितो. तो पृथ्वीचा गमना प्रमाणें, वसंत काळींचे समरात्रिं दिवस्थाना पासून कर्क संक्रांती पर्यंत, दिवसें दिवस थोडा थोडा चढत जातो, आणि त्याकाला पासून शरत्कालींचे समरात्रिं दिव पर्यंत खालीं खालीं उतरत जातो, आणि असा उतरूं लागला ह्मणजे शीत खंडाचा

राञी

रात्री मोठ्या होऊं लागतात.

छ० – समरेषागत लोकांवर सूर्य किरण लंबरूप पडतात, आणि ध्रुवस्थांवर जसे तिर्कस येतात, तसे समधात खंड संबंधी जे इंग्लंड देश इत्यादिकांवर पडणार नाहीं; परंतु त्यांजवर उष्णकालांत जे किरण पडतात, त्यांजपेक्षां शीतकालांत विशेष तिर्कस पडतात.

गु० – नानारीतीनें पडतात, अतएव ध्रुववृत्तें आणि समरेषा, यांचे मध्य भागांतील राहणारांस, जसा शीत खंडाच्या ठायीं एक्या वर्षाचा एकच अहोरात्र होतो तसें होत नाहीं. किंबहुना मध्यरेषागत लोकांचे ठायीं असें रात्रिंदिवस सारिखेच असतात. तसेंही त्या समधात खंडीं राहणारांस होत नाहीं; तर त्या एक एक खंडस्थांच्या ध्रुव सूर्याकडे, किंवा त्याजपासून एकीकडे झाला असता, त्याप्रमाणें वर्षांत नानासमयीं त्यांचे रात्रिंदिवस लहान मोठे होतील, आणि ते खंडस्थ समरेषेपासून जसे जसे दूर असतील, तसें तसें त्यांचील रात्रिंदिवसांचें मान विशेष न्यूनाधिक होईल.

आतां पृथ्वीचें जें कक्षार्ध राहिलें, त्यांत ती कशी भ्रमण करिते, तें पहा; उत्तरार्ध गोलाचे ठायीं ओघ्यापार आपण पाहिला, तसाच आतां दक्षिणार्ध गोलाचे ठायीं घडेल कळलें. पृ

ध्वी

थ्वी या आपल्या कक्षार्धांत गमन करूं लागली, ह्मणजे दक्षिण ध्रुवाचे ठायीं सूर्योदय होऊं लागतो; उत्तर ध्रुवाचा ठायीं रात्र पडूं लागती; आणि दक्षिणार्ध गोलावरील सर्व देशांत रात्रीपेक्षां दिवस मोठे होतात, इग्लंडादि देशांत दिवसापेक्षां रात्री मोठ्या होतात. जेथें क्रांतिवृत्त समरेषेस पुनः छेदितें, आणि जेथें वसंत कालींचें समरात्रिंदिव पडतें, अशा या ठिकाणीं पृथ्वी आली ह्मणजे शरत् कालींचे समरात्रिंदिव स्थानीं ती सूर्याशीं ज्या स्थितीनें असती ती च स्थिती धारण करिते; मग पृथ्वीचे शरत् कालींचे समरात्रिंदिवस्थितींत आणि वसंत कालींचे समरात्रिंदिवस्थितींत अंतर इतकेंच, कीं दक्षिण गोलीं या समयीं शीत कालाचा उदय होतो, आणि या आपले देशीं उष्णकालाचा उदय होऊं लागतो.

गो० – आतां ही रात्र दिवसाचें मान सर्वत्र सारिखेंच होत असेल.

गु० – होय. सारिखेंच होतें; कारण जें गोलार्ध प्रकाशलेलें असतें, त्याचें तळ येक्या ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत एक सारिखें पसरलेलें असतें; या समयीं केवळ उत्तर ध्रुवावर सूर्योदय होऊं लागतो, आणि केवळ दक्षिण ध्रु

वाचाठायीं

याचाठायीं रात्र पडूं लागती: याध्रुवावांचून पृथ्वीचे सर्वभागांवर दिवस आणि रात्र बारा बारा अवरांची असती, आणि बारा बारा अवरांची, ह्मणून याकाळास समरात्रिंदिव , ह्मणतात, अर्थात् दिवसा इतकी रात्र.

कृ ० — अहो माझा मतें तर एकध्रुवावर सूर्याचा अस्त, आणिं एकावर उदय होऊं लागतो आहे, इतक्यांत त्यास मरात्रिंदिव कार्ळी पाहिलें असतां, तो दोहीं ध्रुवांवरून एक्याच समयीं दृष्टीस पडावा.

गु ० — होय तुझें अनुमान सत्य आहे; समरात्रिंदिवकाळीं उत्तर आणि दक्षिण ध्रुव यादोहोंवर सूर्य उगवला असतो, परंतु प्रत्येक ध्रुवावरून अर्धा सूर्य दिसतो, कारण अर्धसूर्य क्षितिज रेषेचे खालीं आछादला असतो.

गो ० — असाहा परस्परांस अर्धसूर्य कोठवर दिसतो?

गु ० — आपल्या कडील उणे पुरे तीन दिवस दिसतो, कारण ध्रुवाचाठायीं त्याचा पूर्ण उदय किंवा अस्त व्हावयास तितका काळ लागतो शरत् कालींचा समरात्रिंदिव येण्याचा जो नियमित समय, त्याचावर प्राय: ३० अवरें किंवा कांहीं अधिक काळ. इतके अगोधर दक्षिण ध्रुवावर सूर्याचे वरील अंग दिसूं लागतें. हा क्षितिज रेषे भोंवता

निरंतर

निरंतर फिरतां, आणि हळू हळू वर चढतो त्यांचा दृष्टीस पडतो याप्रमाणें याणें २१। दिवसांत किंवा ६० अवशांत. क्षितिजरेषे भोंवत्या २१। प्रदक्षिणा केल्या ह्मणजे याचें अवघें बिंब दृश्य होतें.

सूर्याचें वरील अंग दक्षिण ध्रुवाचा ठायीं कळूं लागतांच, त्याचें जें खालील अंग उत्तर ध्रुवाचा ठायीं दिसत असतें, तें क्षितिज रेषेचा खालीं जाऊं लागतें, आणि जरी खालीं जाऊं लागलें तरी त्याचा लोप होऊन जाई तोंपर्यंत सूर्य क्षितिज रेषे भोंवता परिभ्रमण करितांना, उत्तर ध्रुवावर दिसतच असतो मग ६० अवरां अंतीं तो दक्षिण ध्रुवाचा ठायीं पूर्ण दिसूं लागतांच, उत्तर ध्रुवापासून अदृश्य होऊन जातो. आतां उष्णकाळींचे संक्रांतीचा स्थानाकडे पृथ्वी जशी जशी जाऊं लागती तसें तसें उत्तर गोलाचा ठायीं दिवस मोठे होतात, आणि दक्षिण गोलाचे ठायीं लहान होतात, मग ती उष्णकाळीं संक्रांतीचा स्थानाशीं पोंहचली, ह्मणजे उत्तर शीत खंड परिपूर्ण प्रकाशित होतें, आणि दक्षिण शीत खंडावर अवघा अंधकार पडतो; याप्रमाणें आपण या पृथ्वीस ज्या स्थानापासून इला चालतें केलें होतें त्या स्थानीं आणिलें.

अहाहा

शि० — अहाहा, हें ऋतु व्याख्यान तर केवळ समाधान कारक होय; अशीं ऋत्वादिक मोठमोठीं अद्भुत कार्यें ज्या हेतूंपासून उत्पन्न होतात, ते हेतू जसे जसे मला जाणावयास सोपे होत जातात, तसें तसें त्यास विशेष वर्णावें असें वाटतें.

गु० — पृथ्वीचें सूर्यप्रदक्षिणेचें कार्य किंवा कारण, यांतून आपल्यास वर्णावयास फार योग्य कोणतें आहे, हें मला बाबा कळत नाहीं. प्रकाश आणि उष्णता यांचा उत्पत्ती स्थाना भोंवता नियमित मार्ग, त्यांत ध्रुवोत्सार आणि ध्रुवाकर्ष प्रेरणांचे मिश्र व्यापार, इहीं करून चालणारा जो भव्याकार पृथ्वी गोल, याचे गतीपेक्षां मनन करावयास मजास कोणता दुसरा विषय थोर आहे; किंबहुना जड पदार्थांस सजीव करणारी जी आकर्षण शक्ति, तिचीं आपल्या भ्राम्यमाण ग्रहांवर जी कल्याणदायक कार्यें घडतात, त्यांचा पेक्षां दुसरें काय आनंदकारी आहे. पृथ्वीचा अंगीं सचेतनता, आणि सफलता येण्यास हीच शक्ति कारण होय.

शि० — पृथ्वी स्थानीं मानलेला जो हा हातांत धरलेला लहान हस्तिदंती गोल, याशीं आणि पृथ्वीशीं एकाच गोष्टीवरून अंतर दिसूं येतें; असें कीं, पृथ्वीचें जें अंग सूर्यास पाठमोरें होतें, आणि त्याजवर चंद्राचा किंवा ताऱ्यांचा प्रकाश पडत नसतो

तेव्हां

तेव्हां तें जितकें अंधकारमय होऊन जातें तितकें यापणतीस पाठमोरें झालेलें या गोलाचें अंग, तितकें अंधकारमय होत नाहीं.

गु० — याचें कारण हेंच कीं, भिंतीवर पडलेला जो या दीपाचा प्रकाश, तोच या गोलाचे सर्व अंगावर परावृत्त पडतो, तेव्हां ज्या अंगावर केवळ दीपाचा प्रकाश पडत नसतो, तें अंग दींच अंधकारमय होत नाहीं. आतां आकाशास जर भिंती असत्या, तर जें पृथ्वीचें अंग अंधकार विशिष्ट असतें, त्याजवरही असाच व्यापार घडता.

गो० — महाराज असा व्यापार तर पृथ्वीवर घडत आहे. चंद्र तारा हे आपल्यास भिंतीचे स्थानींच होत. कारण आपले या भागीं रात्र पडली असतां त्याजवर जो पडलेला सूर्यप्रकाश, तो आपणावर पडत असतो.

गु० — खरें खरें गोपाळा; परंतु तो परप्रकाश चंद्र आणि ग्रह, यांजपासून पडतो; कारण स्थिर तारे आपल्या स्वप्रकाशानें प्रकाशत असतात.

कृ० — महाराज आपण बोलिलां कीं पृथ्वीचा समधात खंडावर सूर्यकिरण तिर्कस पडतात, आणि समरेषागत देशावर लंबरूप पडतात, ह्मणून समधात खंडापेक्षां या देशांचा ठायीं

उष्णता

उष्णता विशेष; परंतु तिर्कस किरणा पेक्षां लंबरूप किरणा पासून विशेष उष्णता कां उत्पन्न होते, याचा मला बोध होत नाहीं

गो० — आतां या दिव्याचे वरील प्रदेशीं हात धरून पहा, आणि याकडेस धरून पहा, ह्मणजे अधिक उण्या उष्णतेची तुला प्रतीत येईल.

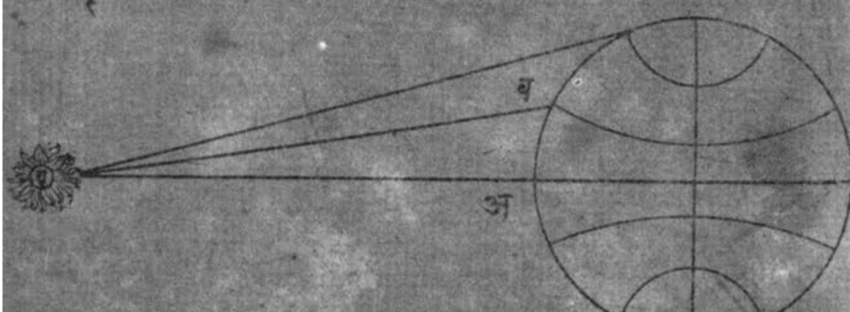
ह० — अधिक उण्या उष्णतेचा बोध होईल, यांत संशय नाहीं, परंतु अधिक उणी उष्णता कां लागावी याचें कारण मला समजून घेतलें पाहिजे.

गु० — तुझा प्रश्न खरा आहे, जर गोपाळ यागोष्टीचा विचार करून समाधान पावला असता, तर तो दिव्याचा दृष्टांत न देता.

दिव्याचे वरील प्रदेशीं हात धरिला असतां जितका शेक लागतो, तितका वातीचाकडे धरिला असतां कां लागत नाहीं, याचें कारण हेंच कीं वातीपासून, किंवा कोणे एका प्रदीप्त पदार्थापासून, उष्णवाफेचा लोट निघत असतो, आणि तो आसमंताद्भागींचे वायूपेक्षां हलका, ह्मणून चहूंकडे पसरत नाहीं; लंबरूप वरता चढतो. जा लंबरूप चढण्यामुळें वातीचा शेक अधीक लागतो; याजवरून गोपाळानें

ळानें मानिलें कीं कडेस शेकउणा, परंतु यागोष्टीविषयीं, जर विचार केला असता तर तुझें तुलाच कळलें असतें, कीं समईवर हात धरला असतां तिचे किरण त्यास असे लंबरूप लागतात, तसेच तिचा एकीकडे धरला असतां लागतात. आतां सूर्य किरणाच्या लंबरूप पतनावरून जितकी उष्णता उत्पन्न होते, तितकी त्यांच्या तिर्कस पतनावरून होत नाहीं, याचें कारण असें आहे, कीं पृथ्वीच्या दोहों समान प्रदेशांवर त्या भिन्न भिन्न पडणारे किरणांचाच एक सारिखा वर्षाव होत नाहीं याचा बोध तुला या पुढील आकृतीवरून चांगला होईल. पृथ्वीच्या वेगळा

१



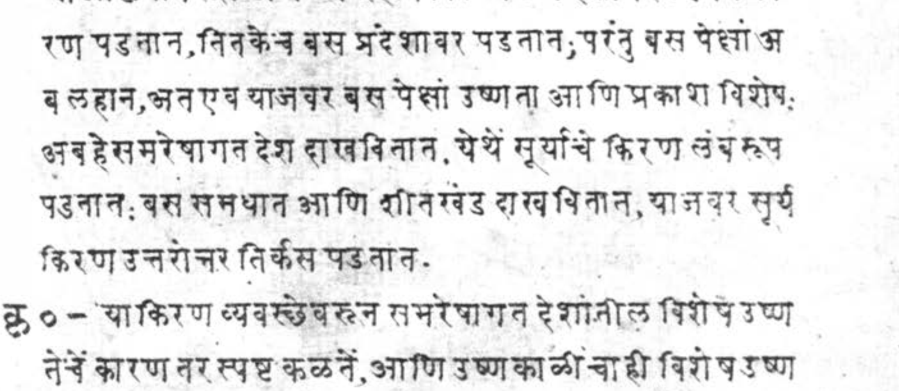
त्या भागावर सूर्य किरणाचे दोन समान समुच्चय पडताहेत, असें ह्या प्रथम आकृतींत दाखवितात. आतां

याआकृति

याआकृतीवरून असें सिद्ध होतें. कीं अब प्रदेशावर जितके किरण पडतात, तितकेच बस प्रदेशावर पडतात; परंतु बस पेक्षां अब लहान, अतएव याजवर बस पेक्षां उष्णता आणि प्रकाश विशेष: अब हे समरेषागत देश दाखवितात. येथें सूर्याचे किरण लंबरूप पडतात; बस समधात आणि शीतखंड दाखवितात, याजवर सूर्य किरण उत्तरोत्तर तिर्कस पडतात.

क्रु० – याकिरण व्यवस्थेवरून समरेषागत देशांतील विशेष उष्णतेचें कारण तर स्पष्ट कळतें, आणि उष्णकाळींचाही विशेष उष्णतेचें कारण समजतें कारण आपल्या सांगण्याप्रमाणें शीतकाळापेक्षां उष्णकाळांत सूर्य कांहींसा तिर्कस प्रकाशतो.

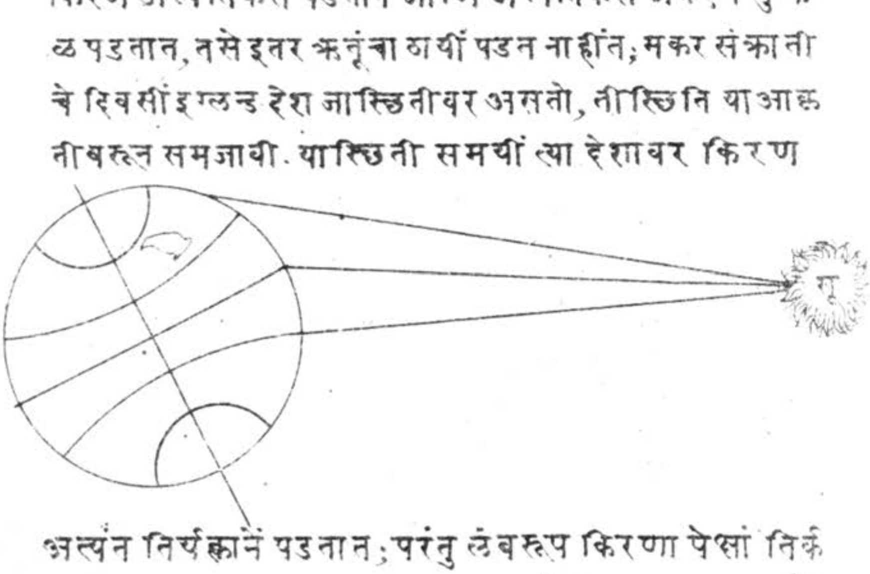
गु० – उष्णकाळींचा विशेष उष्णतेचे उदाहरणार्थ ही दुसरी आकृती पहा.



कर्क

कर्क संक्रांतीचे दिवशीं पृथ्वी ज्या स्थितीवर असती ती स्थिति या आकृतीवरून जाणावी. आणि पृथ्वीचे आकृतीवर जेथें लांछन केलें आहे तेथें इंग्लंड देश जाणावा.

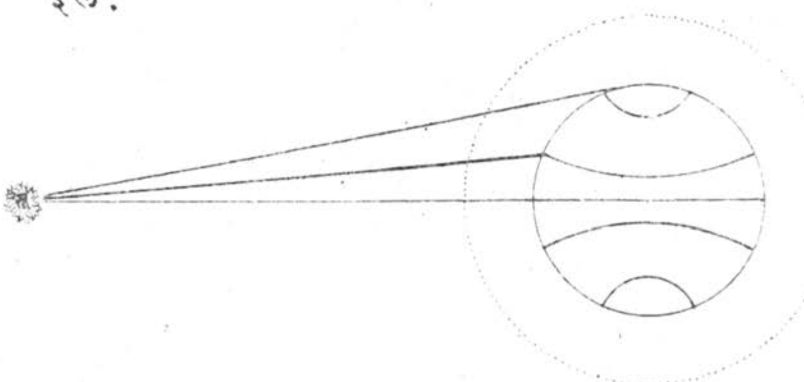
या स्थितीवर पृथ्वी असली ह्मणजे त्या इंग्लंड देशावर सूर्य किरण अल्प तिर्कस पडतात आणि अल्प तिर्कस अतएव पुष्कळ पडतात, तसे इतर ऋतूंचा ठायीं पडत नाहींत; मकर संक्रांती चे दिवशीं इंग्लन्ड देश ज्या स्थितीवर असतो, ती स्थिति या आकृतीवरून समजावी. या स्थिती समयीं त्या देशावर किरण



अत्यंत तिर्यक्त्वानें पडतात; परंतु लंबरूप किरणा पेक्षां तिर्कस किरणापासून न्यूनउष्णता उत्पन्न होती; यास एक दुसरें कारण असें आहे कीं त्या तिर्कस किरणास विशेष वातावरणांतून यावें लागतें; पारदर्शक आणि सूर्यकिरण गमनास अप्रतिबंधक असें वातावरण आहे खरें, तथापि तें सदार्थ

धुकट्यानें

धुकयानें थोडेंबहूत भरलें असतें, जें धुकट सूर्यकिरणास अल्प आयासानें भेदवत नाहीं; तस्मात् सूर्यकिरण पृथ्वीवर येताना त्यास जसें जसें विशेष वातावरण भेदावें लागतें, तसे तसेते पृथ्वीस पोंहचले असतां त्यांजपासून अल्प उष्णता उत्पन्न होती. ही आकृती पहा ह्मणजे याचें यथास्थित परिज्ञान होईल.



पृथ्वी भोंवती जी बिंदूची रेषा काढिली आहे, ती वातावरणाची उंची दाखविती, आणि सूर्यापासून पृथ्वीपर्यंत जा रेषा काढल्या आहेत, त्यांजवरून समरेषागतदेश आणि ध्रुवदेश याजवर जे दोन समान सूर्यकिरण समुच्चय पडतात, ते जाणावे; तेव्हां ध्रुवलोकांवर जे किरण पडतात त्यांचे अंगीं

तिर्यक्

निर्यक्त्व विशेष, ह्मणून त्यांस विशेष वायवावरण भेदावें लागतें.

गो० – याच कारणामुळें मध्यान्हापेक्षां प्रातःकाळीं, आणि संध्याकाळीं सूर्यापासून अल्प उष्णत्व उत्पन्न होतें.

गु० – सूर्यकिरणाचे अंगीं विशेष तिर्यक्त्व ह्मणून प्रातःकाळीं आणि संध्याकाळीं अल्प उष्णता यांत संशय नाहीं; आणखी बहुतकरून त्यांस धुकरानें मिश्रित वातावरण प्रातःकाळीं आणि संध्याकाळीं प्रयत्नानें भेदावें लागतें, यामुळें ही त्याजपासून उष्णता अल्प उत्पन्न होती; कारण सूर्योदयीं आणि सूर्यास्तीं धुकर आणि वाफा फार निबिड असतात. आतां उष्णकाळींचा उष्णतेचें कारण केवळ सूर्यकिरणाचे तीर्यक्त्वाची क्षीणताच नव्हे; दिवसांचे दीर्घते मुळें ही उष्ण वृद्धी होते; कां तर, सूर्य क्षितिज रेषेवरता जितका विशेष काळ राहतो, तितकें त्याजपासून पृथ्वीवर विशेष उष्ण पडतें.

गो० – कर्कसंक्रांतीसमयीं दिवस अत्यंत मोठे असतात, आणि सूर्यकिरणही अत्यंत लंबरूप पडतात; तथापि ज्या देशीं ज्येष्ठादि मासीं पाऊस पडत नाहीं, तेथें त्यां मासीं उष्णतेचा अति उत्कर्ष होतो, असें म्या ऐकिलें आहे.

गु० – जे देश त्वां सांगीतले त्यानीं एकदां झालेला उष्णतेचा संस्कार धरून ठेविला असतो; इतक्यांत त्याजवर दुसरें उष्ण पडतें, तेणेंकरून जरी दिवस लहान होऊं लागले, आणि सूर्य किरण उत्तरोत्तर तिर्कस पडूं लागले, तथापि उष्णतेचा उत्कर्ष होतो आणि याच कारणामुळें दिवसास याम्योत्तर रेषेचा ठायीं जेव्हां मध्यान्हीं सूर्य येतो, त्याही काळापेक्षां दोन प्रहरां नंतर विशेष उष्णता होती.

छा० – बरें महाराज जसा या पृथ्वीचा ठायीं ऋतु भेद, तसाच काय इतर ग्रहांचा ठायीं आहे?

गु० – जसा जसा ग्रहांचा आंस आप आपल्या कक्षांचे तळाशीं असा जसा तिर्कस, तसा तसा त्यांचा ठायीं अल्प किंवा विशेष ऋतुभेद असतो. बृहस्पतीचा आंस आपले कक्षेचे तळाशीं विशेषें करून लंबरूप असतो, मंगळ आणि शनी यांचे आंस आप आपले कक्षेशीं सुमारें साठ साठ अंश तिर्कस आहेत; आणि शुक्राचा आंस पंधरा किंवा २० अंश तिर्कस आहे; याचा आंस इतकाच, तिर्कस ह्मणून यांचे ऋतूचा ठायीं शीतता उष्णता इत्यादि आपल्यापेक्षां अधिक असावें

ग्रहा संबंधीं कांहीं विशेष जाणावयाचा असला, तर

बानिक्या सूलांचें ज्योतिष किंवा एतद्विषयक दुसरे मोठे ग्रंथ पढावे. मुंबईचे जाशाळा मंडळीचे आश्रयें करून याग्रंथाचें भाषांतर झालें आहे त्याच मंडळीचे आश्रयानें त्याग्रंथांचें भाषांतर होईल

पृथ्वीचे गती विषयीं शेवटीं मला एक वचन बोलायाचें राहिलें, असें कीं आपणास वर्षाचा ठायीं ३६५ अहोरात्र आहेत; परंतु इतक्या काळांत पृथ्वीचा आपल्या आंसा भोंवत्या तीनशें सासष्ट प्रदक्षिणा होतात.

गो ० – असें कसें हो घडूं शकेल? पृथ्वीचें जें अंग सूर्याकडे झालें असतें, तेथून ती फिरूं लागली असतां तिची प्रदक्षिणा पूर्ण झाली, ह्मणजे तिचें सूर्याकडे झालेलें अंग आपल्या पूर्व स्थानीं यावें. आतां पहा बारा अवरें झालीं आहेत, ह्मणून सूर्य आपल्या याम्योत्तर रेषेवर आला; बरें २४ अवरानीं हा पुनः त्याच आपल्या याम्योत्तर रेषेवर आला असतां, पृथ्वीची आपल्या आंसा भोंवती एक पूर्ण प्रदक्षिणा होणार नाहीं काय?

गु ० – पृथ्वी आपल्या कक्षेंत आंसा भोंवती फिरत असतां, तिचा अंगीं चलन जन्य चलन उत्पन्न होत नसतें, तर त्यां सांगितली गोष्ट पृथ्वीचा ठायीं घडती; परंतु ही आपली पुर्वे

कडील

कडील प्रदक्षिणा आंसा भोंवती संपली. इतक्यांत ही आपल्या कक्षेंत उणी पुरी एक अंश पश्चिमे कडेस होत असती. तस्मात् जा याम्योत्तर रेषेपासून पृथ्वी प्रदक्षिणा करूं लागली, याम्योत्तर रेषा आपल्या पूर्व स्थळीं आणावयास पृथ्वीची एक प्रदक्षिणा पुरी होउन, तिला उणें पुरें एक अंश अधिक फिरावें लागतें.

गो० – होय होय कळलें! पृथ्वी आपल्या आंसा भोंवती प्रदक्षिणा पुरी करीत असतां आपल्या कक्षेंत जितकी चालली असेल, मग उणा पुरा अंश भर कां चालेना, तितकी प्रदक्षिणा पुरी करून अधिक फिरेल, तेव्हांच जा याम्योत्तरा पासून प्रदक्षिणा आरंभली तें आपल्या पूर्व स्थळीं; ह्मणजे सूर्याकडेस येईल; परंतु असें जें तिला प्रति एक प्रदक्षिणें पेक्षां विशेष फिरावें लागतें, हें फिरणें कांहीं गणणेंत आणाया जोगें नव्हे.

गु० – होय कसें नाहीं, हें तर सर्व मिळून वर्तुलाचे तीनशें साठावे अंश इतकें होय, परंतु पृथ्वीचे प्रति दिनींचें इतकें फिरणें मिळून वर्षांत एक प्रदक्षिणा सहजांत घडती.

हे० – हें तर केवळ विलक्षण होय. आणि याजवरून असें सिद्ध

होतें कीं

होतें, कीं जर पृथ्वीचे अंगीं दैनंदिनगति वांचून दुसरी गती नसती, तर इचा ठायीं वर्षांतीं ३६६ दिवस होते.

गु० – होय एकच गति इचा अंगीं असतां इजवर जितक्या काळांत ३६५ दिवस होतात, तितक्याच काळांत इचा ठायीं ३६६ दिवस होते; इची वार्षिक गति सूर्या भोंवती होत नसती, तर आपल्यास वर्षाची गणना करावयास दैवकृत उपाय नसते.

तुं ऐकून आश्चर्य पावशील अशी एक गोष्ट आहे, कीं कालमान सूर्यावरून करावयाचें; तरतें ताऱ्यांवरून केलें असतां, जें वैषम्य तुकें दृष्टोत्पतीस आणिलें होतें, तें येत नाहीं, आणि पृथ्वीची याम्योत्तर रेषा कोणी एक्या स्थिर ताऱ्यांकडेस झाली असती, तेथून पृथ्वीनें फिरून आपले आंसा भोंवती प्रदक्षिणा केली असतां, तीच रेषा ताऱ्यां कडेस येती.

ह० – ही गोष्ट केवळ अप्रमाणिक दिसती; पृथ्वी आपले कक्षेंत चलन पावत असतां, जा स्थितीनें सूर्याशीं असती त्याच स्थितीनें स्थिर ताऱ्यांशीं असती.

गु० – खरें, परंतु स्थिरताऱ्यांचें दूरत्व इतकें अतोनात कीं आपला सूर्य स्वग्रहगणां सहित त्यांस गुंजे एवढा दिसतो, आणि

पृथ्वी

पृथ्वी कक्षेच्या अवघा परिधी तर राई इतका कळूं येतो; तस्मात् पृथ्वी स्थिर राहिली किंवा आपले कक्षेंत सूर्य प्रदक्षिणा करीत असतां आंसा भोंवती फिरत गेली तथापि स्थिर ताऱ्यांस इचे स्थितींत कांहीं वैषम्य दिसणार नाहीं; एक्या स्थिर ताऱ्या कडे सम्मुख जी याम्योत्तर रेषा, तिज पासून ही फिरून आपल्या आंसा भोंवत्या पूर्ण प्रदक्षिणेच्या अंतीं, तीच रेषा त्या स्थिर ताऱ्यांकडे स आणिती, याकरितां स्थिर तारे सूर्याच्या अगोदर तीन मिन्युटांनीं आणि ५६ सेकंदांनीं पृथ्वी प्रदक्षिणा करितात असें भासतें.

गो० — कोणी एके याम्योत्तर रेषेस सूर्याकडे आणावया करितां पृथ्वी आपली एक प्रदक्षिणा पुरी करून वर्तुळाचे तीनशें पांसष्टावे अंशभर अधिक चालती, त्या चालण्यास जो काळ लागतो, तोच तीन मिन्युटें आणि ५६ सेकंद होत.

गु० — होय तोच काळ. या प्रकारें ते तारे तीन मिन्युटें आणि ५६ सेकंद सूर्याच्या पुढें प्रतिदिनीं असतात, तेणेंकरून त्यांचा उदय ही तितका काळ सूर्याच्या अगोदर होतो.

ज्या काळाची गणना ताऱ्यांवरून करितात, त्यास नक्षत्र मान ह्मणतात; ज्याची गणना सूर्यावरून करितात, त्यास सौर मान ह्मणतात.

तेव्हां

शो० — तेव्हां चोवीस अवरांचा जो सौर दिवस, त्यापेक्षां नाक्ष त्र दिवस तीन मिनुटें आणि छपन्न सेकंद लहान असावा.

गु० — बरें नाक्षत्र वर्ष ह्मणून काय आहे हें हा मी तुह्मास सांग तों.

कोणी एक समराशि दिवस्थान, किंवा सायन संक्रांति स्थान, येथून सूर्यक्रमण करून पुनः येथेंच येई तोंपर्यंत ज्या काळाची गणना करितात, त्यास सौर वर्ष ह्मणतात. याच वर्षाची सद्यः प्रवृत्ति आहे. यास ३६५ दिवस, ५ अवरें, ४८ मिनुटें आणि ५२ सेकंद इतका काळ असतो; पृथ्वी आपले कक्षेंत एक पूर्ण प्रदक्षिणा संपवी, तों त्याचे अगोदरच वर्ष पुरें होतें.

शि० — असें वैषम्य येण्याचें कोणतें हो कारण; ह्यातर मानिलें आहे, कीं प्रतिवर्षाची समाप्ति आणि पृथ्वीचा कक्षेमधील प्रदक्षिणेची समाप्ति, एक्याच समयीं होत असती.

गु० — पृथ्वीची आकृति चपट्या गोळ्या सारिखी ह्मणून तीं एक्या समयीं पुरीं होत नाहींत, समरेषागत उंचावलेला प्रदेश इतकी प्रकृतीची रास एकवटून, आणि चंद्राकृती होउन सम रेषे भोंवती फिरत असतां, तिजपासून जें कार्य उत्पन्न व्हावें, तरेंच वहूत करून समरेषागत उंचावलेल्या प्रदेशा पासू

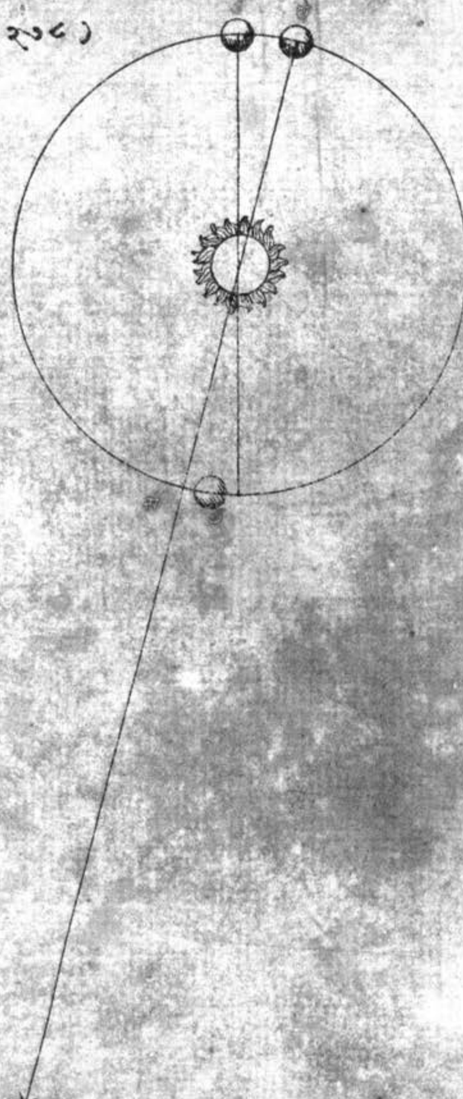
न

न होतें. पृथ्वी सूर्या संमुख असतां, किंवा पृथ्वीचे आणि सूर्याचे मध्यें चंद्र असतां त्या चंद्रसदृश उंचावलेल्या प्रदेशापासून पृथ्वीवर जें कार्य घडतें, तेणेंकरून पृथ्वीच्या चलनास वैषम्य येतें. आणि या वैषम्याचा योगानें समरात्रिंदिवस्थानाचें संसरण उत्पन्न होतें.

शि०— समरात्रिंदिवस्थानाचें संसरण ह्मणून काय आहे त्यांतर असें मानिलें आहे कीं समरात्रिंदिवस्थानें हीं आकाशांत कोणीं अचल ठिकाणें होत. यांच्या वरीं समरेषा क्रांतिवृत्तास छेदित असती.

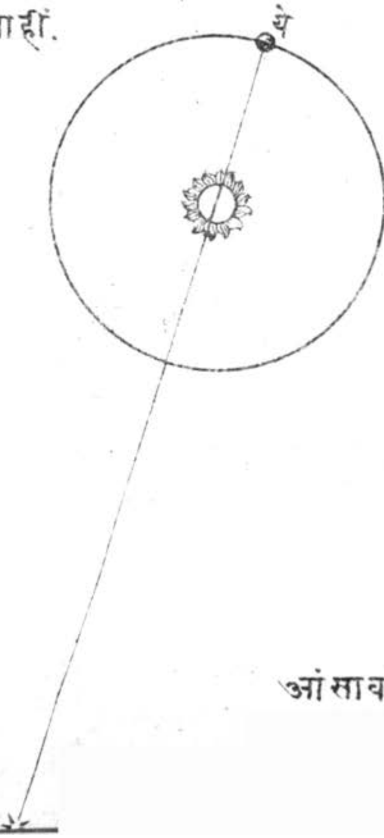
गु०— हीं स्थानें केवळ अचल नव्हेत, यांस तर प्रत्यक्ष वक्रगति आहे; ह्मणजे हीं प्रतिप्रदक्षिणेच्या अंतीं जेथील तेथेंच असत नाहीं, मागें मागें हटतात. असें कीं जर वसंत कालीन समरात्रिंदिवस्थान. ये स्थानीं असलें तर पर्जन्य कालीन समरात्रिंदिवस्थान, स स्थानीं असत नाहीं वस्थानीं असतें, आणि वसंत कालीन समरात्रिंदिवस्थान आपल्या ये स्थानीं असावयाचें तर ड स्थानीं असतें, परंतु जरी समरात्रिंदिवस्थानें पृथ्वीकक्षेच्या परस्पर संमुखस्थानीं अचल असतीं, तरतीं स आणि ये स्थानीं येत असतीं. पुढील आकृति पहा.

ते व्हां



गो० - तेव्हां असें
सिद्ध होतें, कीं ज
री पृथ्वी एक्या स
मरात्रिंदिवस्था
नापासून दुस-
ऱ्या पर्यंत जाती,
आणि तिला का
मार्ग क्रमावया-
स जरी तिला अ
र्ध वर्ष लागतें, त
थापि तिची गति
आपल्या अव
घ्या कक्षाधीन हो
त नाहीं.
गु० - अवघ्या क
क्षाधीन नाहीं, म्ह
णूनच ती जास
मरात्रिंदिवस्था
नापासून चालूं

लागली, त्यास्थानापाशीं आली असतां आपली अवघी कक्षा चालून पुरी करीत नाहीं याकरितां पृथ्वी आणि कोणीएक स्थिर तारा, यांचामध्यें सूर्य येउन यांशीं लंबरेषानुरूप झाला, ह्मणजे जाणावें कीं पृथ्वीनें आपल्या कक्षेंत पूर्ण प्रदक्षिणा केली; यारीतीनें जी कालगणना करावी तीस नाक्षत्र वर्ष ह्मणतात. जर स्थिर तारा इ स्थानीं असला. तर पृथ्वी आपली पूर्ण प्रदक्षिणा करून ये स्थानीं येई तोंपर्यंत सूर्य त्यातान्याशीं लंबरेषेंत आहे असें दिसणार नाहीं.



कु ० – बरें नाक्षत्र वर्षापेक्षां मोर वर्ष किती मोठें असतें?

गु ० – वीस मिनुटें मोठें असतें; समरात्रिंदिवस्थानाचें संसरण ह्मणशील तर अति अल्प होय. तें अल्प असें तुला चांगलें ज्ञान व्हावें ह्मणून दीर्घ मानानें काढिलें.

कालमाना विषयीं आणखी माझें इतकेंच ह्मणणें कीं पृथ्वी प्रतिदिनीं तिर्कस

आंसावर

आंसावर फिरति, आणि आपलें वार्षिक परिभ्रमण दीर्घ वर्तुलाकार कक्षेंत करिती, तेणेंकरून तिची गति इतकी नि गूढ होउन जाती, किं त्यागतीवरून कालमान वर्तविलें असतां कितिएक वैषम्य उत्पन्न होतें; म्हणून सूर्यावरून कालमानाचें याथातथ्य वर्तविणें होत नाहीं. जा घड्याळाचा गतींत किंचि-त्मात्र अंतर पडायाचें नाहीं, तें वर्षा मध्यें कितिएक मास सूर्यापेक्षां लौकर चालतें आणि कितिएक मास सूर्यापेक्षां हळू चालतें एप्रिलाचा पधरावा दिवस म्हणजे मेष संक्रांती पासून प्रायः पांचवा दिवस, जुनाचा सोळावा दिवस म्हणजे मिथुन संक्रांती पासून प्रायः पांचवा दिवस, आगष्टाचा एकतिसावा दिवस म्हणजे सिंह संक्रांती पासून प्रायः सोळावा दिवस आणि डिजेंबराचा चोविसावा दिवस म्हणजे धनुः संक्रांती पासून प्रायः नवा दिवस ह्या चार दिवसांचे क्रमारें मात्र उत्तम घड्याळ आणि सूर्य समगति असतात.

क्ष० – बरें सौरमानाचा काळ, आणि स्पष्ट मानाचा काळ, यांत किती अंतर पडतें?

गु० – या दोहों मानातील अंतर अति सूक्ष्म दृष्टीनें पाहिलें असतां अवघे पंधरा मिन्युटां पासून सोळा मिन्युटां पर्यंत असतें. हें अंतर दृष्टोत्पत्तीस आणून दूर करावयास कोष्टक करितात

त, त्यास समीकरण कोष्टक ह्मणावें.

इति नवमः संवादः

अथ दशम संवाद चंद्रा विषयीं॥

यासंवादांत चंद्राची गति - चंद्र कळा - चंद्रग्रहणें - बृहस्पतीचे चंद्रांचीं ग्रहणें - भुज आणि कोटि - उपग्रहांचें संक्रमण - भरती ओहोट - इत्यादिकांचें निरूपण केलें आहे.

गु० - अरे हा चंद्र केवळ अवलोकनीय होय, याविषयीं आपला आजचा संवाद होऊं द्यावा.

पृथ्वी कक्षेचे तळाचे स्थिती सारिखी प्रायशः आकक्षेची स्थिति, अशा कक्षेंत हा चंद्र २७ दिवसानीं आठ अवरानीं पृथ्वी भोंवती प्रदक्षिणा करितो, आणि तिची सूर्य प्रदक्षिणा होत असतां तिचा समागमें असतो.

ह० - तेव्हां चंद्राची गति कांहींशी दुर्बोध असावी; कारण पृथ्वी कांहीं स्थिर नव्हे, हा तिचा भोंवता परिभ्रमण करीत असतांही

तोंही तीं पुढें पुढें जात असती, तेव्हां चंद्रास दृष्टिंगत वर्तुलांत फिरणें अवश्य.

गु० – होय; अवश्य; आणखी चंद्राचे साधे आणि समान गतीस वैषम्य आणणारीं कांहीं दुसरींही कारणें आहेत, ज्यांचें स्वरूप यासमयीं तुझ्या लक्ष्यांत येणें अवघड.

चंद्राचें सर्वदा एकच अंग पृथ्वीकडे झालें असतें, यावरून असें सिद्ध होतें कीं तो पृथ्वी प्रदक्षिणा करिते समयीं आपल्या आंसावर येकवेळां फिरतो; आणि एकवेळां फिरतो, अतएव चंद्रस्थांचा ठायीं चांद्र मासांत मात्र एकदिवस आणि एकरात्र येत असती.

गो० – परंतु असी तेथें मोठी रात्र आली असतां, आपली पृथ्वी विशाल चंद्राचे स्थानीं होऊन त्यांजवर प्रकाशत असती.

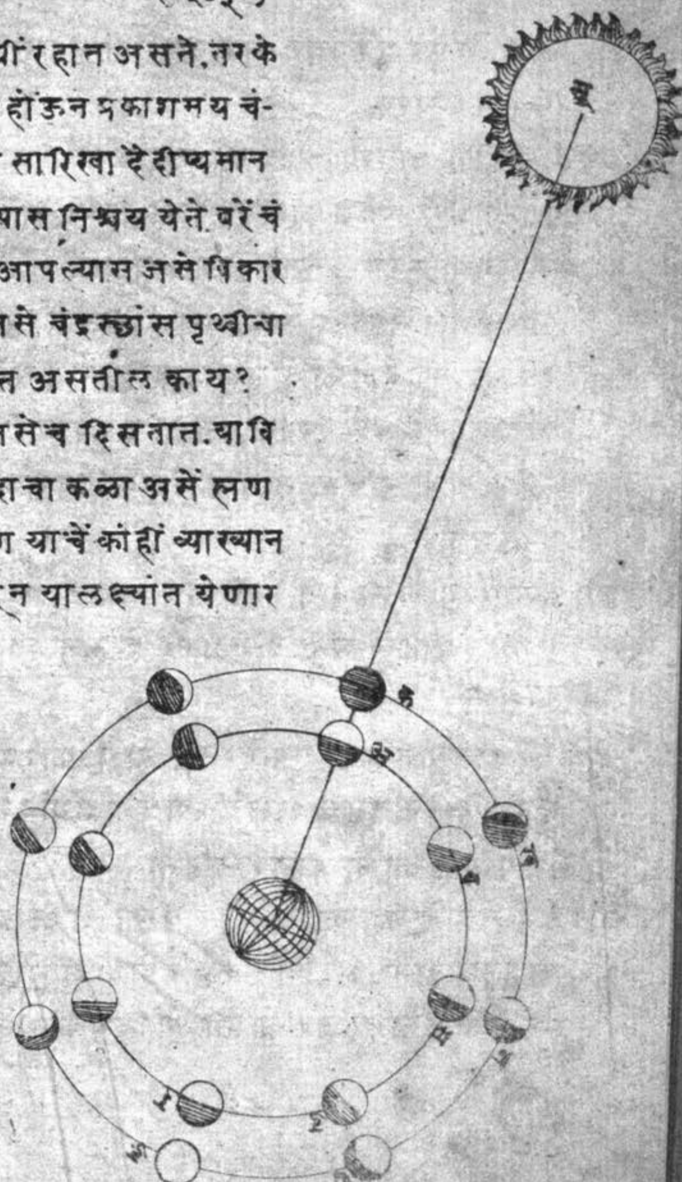
गु० – हा तरि प्रकाश एकदेशीच होय; कारण आपणाकडेजें चंद्रार्ध सर्वदां झालें असतें, त्याच चंद्रार्धावरील राहणारांवर आपले पृथ्वीचा प्रकाश पडतो.

गो० – तेव्हां एक्या चंद्रार्धावर रात्र पडली असतां, आपले पृथ्वीचा उदय होतो, आणि एक्या चंद्रार्धांचा रात्रि निरंतर अंधकारमय असतात. जर कोणी जोतिषकार अंधकारमय चं

द्रा

द्रार्धाचे ठायीं रहात असते. तर के
वळ उत्सुक होंऊन प्रकाशमय चं-
द्रार्धी पृथ्वी सारिखा देदीप्यमान
चंद्र पहावयास निश्चय येते. वरें चं
द्राचे अंगीं आपल्यास असे विकार
दिसतात, तसे चंद्रस्थांस पृथ्वीच्या
अंगीं दिसत असतील काय?

गु॰ - होय, तसेच दिसतात. या वि
कारांस चंद्राच्या कळा असें ह्मण
तात. आणि याचें कांहीं व्याख्यान
केल्यावांचून यालक्ष्यांत येणार
नाहींत.



सू सूर्य पृ पृथ्वी आणि अ ब स ड हा चंद्र आपले कक्षेच्या नाना भागीं आहे असें त्या आकृतींत मानावें. जेव्हां चंद्र क स्थानीं येतो, आणि त्याचें अंधकारमय अंग पृथ्वीकडे झालें असतें, तेव्हां तो अ सारिखा अंधकारमय होऊन आपले दृष्टीस पडत नाहीं; परंतु तो असा बहुत काळ अदृश्य होऊन रहात नाहीं, तो आपले कक्षेंत क पासून चालता झाला ह्मणजे तो आपणास प्रतिपच्चंद्र दिसूं लागतो: मग आपले कक्षेच्या षष्ठांश क्रमून ख जवळ येतो, तेव्हां त्याचे अर्ध गोलाचा चतुर्थांश पृथ्वीकडे होउन ब सारिखा दिसतो: तेथून तो आमल्या कक्षेचे एका पादापर्यंत ग जवळ आला, ह्मणजे त्याचें उर्ध्व अंग प्रकाशमय होउन स सारिखें चंद्रार्ध दिसूं लागतें याच प्रमाणें तो घ स्थानीं आला, ह्मणजे त्यास पादोन चंद्र ह्मणतात आणि तो ऊ सारिखा दिसतो आणि ई जवळ त्याचें अवघें प्रकाशित अंग दृष्टीस पडूं लागलें असतां यास पूर्ण चंद्र ह्मणतात. एथून तो आपले कक्षेंत पुढें जाऊं लागला ह्मणजे पुनः पादोन चंद्र होतो, या प्रकारें कक्षेंत एक प्रदक्षिणा पुरी होई तोंपर्यंत आपलें प्रकाशित अंग पृथ्वीपासून क्रमानें फिरवून अदृश्य होऊन जातो, मग पुर्ववत् आपली बालचंद्राद्याकृति धारण करूं लागतो.

चंद्र पूर्ण झाला ह्मणजे तो सूर्याशीं अंतरित होतो. आणि केवळ निष्कल झाला ह्मणजे त्याशीं निरंतर होतो, चंद्राग निरंतर असें ह्मण्याचें कारण हें कीं अशा अशा समयीं सूर्य चंद्र आणि पृथ्वी हीं एक्या सूत्रानें असतात: चंद्र अंतरित झाला असतां याचा आणि सूर्याचा मध्यें पृथ्वी असती, आणि हा निरंतर झाला ह्मणजे मग यासच पृथ्वीचा आणि सूर्याचा मधोमध यावें लागतें.

शि० – सूर्याचे आणि पृथ्वीचे मधून चंद्र संक्रमण करितो, एणेंच करून ग्रहणें पडतात ना ?

गु० – होय, एणेंच करून पडतात. सूर्याचे आणि पृथ्वीचे मधून चंद्र आडुं लागला, ह्मणजे याचा सूर्य किरणास प्रतिबंध घडतो, अर्थात् याची छाया पृथ्वीवर पडती, असें झालें असतां सूर्य आच्छादित होतो, आणि प्रकाशाचा स्थानीं चंद्र छायेचा अंधकार पडूं लागतो.

तसाच सूर्य आणि चंद्र यांमध्यें पृथ्वी आली असतां, इचा प्रतिबंधानें सूर्य किरणाचा लोप होऊन इची छाया चंद्रावर पडती एणेंकरून तो आच्छादित होउन दिसेना असा झाला ह्मणजे चंद्रग्रहण लागलें असें ह्मणतात ?

शि० – बरें पण चंद्र पृथ्वी भोंवता प्रतिमासीं फिरत असतो, त्यापे

ल्यां पृथ्वी आणि सूर्य यांचा मध्यें चंद्र आणि चंद्र सूर्य यांचा मध्यें पृथ्वी, ही प्रतिमासीं एक एकदां येऊन ग्रहणें पडत असावीं, परंतु प्रतिमासीं चंद्रग्रहण किंवा सूर्यग्रहण यांतून आपल्या दृष्टीस एकही पडत नाहीं.

गु० – पृथ्वी कक्षेचे तळ्यांत चंद्रकक्षेचें तळ नसतें. एकमेकास छेदीत अशीं असतात; जेव्हां चंद्र सूर्याशीं निरंतर असतो, तेव्हां तो प्रायशः एकादी कड धरून चालला होतो, यामुळे सूर्यकिरणाचा लोप होत नाहीं किंवा ग्रहणही पडत नाहीं; पृथ्वी आणि चंद्र यांचा कक्षा परस्पर जेथें छेदून संपात करितात. तेथें जेव्हां पृथ्वी किंवा चंद्र सुर्याशीं निरंतर होतो, तेव्हांच ग्रहण पडतें. कारण त्यासमयीं तीं सूर्याशीं सरळरेषानुरूप असतात.

शि० – पृथ्वी. सूर्य, यांमधून चंद्र जातेसमयीं तो पृथ्वीची छाया निःशेष चुकवी, अशी जर त्यास कोणी एक कड सांपडली, तर चंद्रास अल्पग्रहण लागत असतें ना?

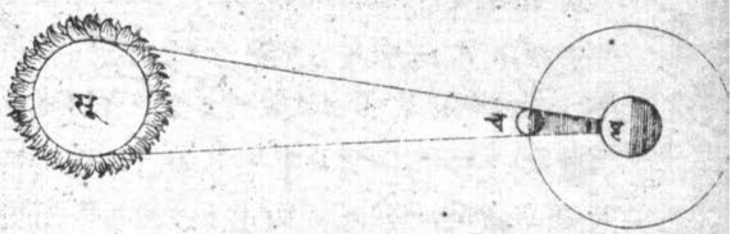
गु० – होय. लागत असतें. त्याची एकादी कळा पृथ्वीचे छायेकरून आच्छादित होऊन ग्रहण लागलेंसें कळूं येतें. जेव्हां ग्रहणें केवळ संपाताजवळ पडतात. तेव्हांतीं पूर्णग्रहणें असून कांहीं काळ राहात अशींही असतात.

जेव्हां सूर्यास ग्रहण लागतें, तेव्हां अवघा अंधकार पृथ्वीचे

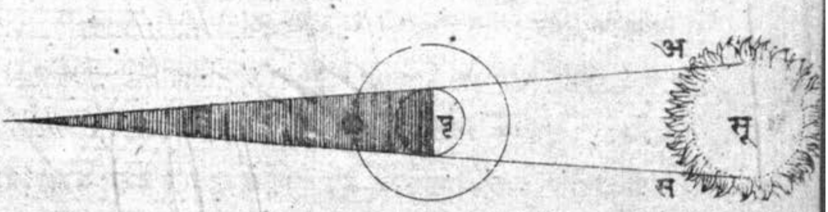
कोणी

कोणी एके नियमितच भागावर पडतो; या आकृतींत सूर्य ग्रहण काढिलें आहे.

एथें सू. सूर्य, च, चंद्र, आणि पृ.



पृथ्वी, असें जाणावें. पृथ्वीवर जी चंद्राची छाया पडली आहे. ती तिला झांकून काढी इतकी विस्तीर्ण नाहीं चंद्रास ग्रहण लागलें, आणि तो जर क्षितिजे चे वर आला असला, तर त्याचें ग्रहण पृथ्वीचा अर्धावरील सर्व ग्रहणारांस दिसू येईल; चंद्रास पृथ्वीचे छायेंतून बाहेर निघावयास जो दीर्घ काळ लागतो त्यावरून असें कळूं येतें की, जरी चंद्राचें परिमाण त्याचे विद्यमान परिमाणा पेक्षां एकुण पन्नास पट अधिक असतें, तथापि पृथ्वीची छाया इतक्या मोठ्या चंद्रास आछादावयास पुरती.



या आकृतीत

या आकृतींत चंद्रग्रहण काढलें आहे. सू सूर्य. ज्याचे चहुंकडे सरळरेषेंत घनदाट किरण पडत आहेत. पृ पृथ्वी आणि च चंद्र असें जाणावें सूर्याचे एका अंगापासून अ ब रेषेंत जे किरण फांकतात, त्यांचा अग्राशीं सूर्याचे खालचे शेवटापासून स ब रेषेंत फांकलेले किरण मिळतात; तस्मात् पृथ्वीची छाया बचापलीकडे जाणार नाहीं, सूर्य पृथ्वीपेक्षां मोठा म्हणून पृथ्वीची छाया सूच्यग्राकार असती; ही छाया उत्तरोत्तर कृश असती आणि ह्या ठायीं जेथें चंद्रगमनाचा मार्ग आहे. तेथें तर पृथ्वीचे विद्यमान महत्वापेक्षां लहान असती, असें ही असतां चंद्र केवळ पूर्ण आछादला जातो असें नव्हे, तो कितिएक काळ अंधकारांत रहातो. अशी त्यास अवस्था प्राप्त होती यावरून व त्याचा विद्यमान महत्वाचा निर्धार करितां येतो.

शि० — सूर्य आपणावर प्रकाशत असतां चंद्रें करून आछादला जातो, ते समयीं आपणही चंद्रास आछादित दिसत असूं?

गु० — यांत संशय काय; कारण चंद्र सूर्याचे किरणाचा आड येऊन पृथ्वीवर छाया पाडितो. त्यापेक्षां पृथ्वी त्यास अवश्य दिसणार नाहीं, आतां अवघीच दिसणार नाही असें नव्हे. तिचे कितीएक भाग चंद्रस्थांचे दृष्टीस पडतील; कांकी पृथ्वीव

रून

रून चंद्राची छाया काळ्या डागा सारिखी जात असती. सूर्य ग्रहणाची आकृति पहा.

गो०- जे दूरस्थ ग्रह अनेक चंद्रें करून युक्त आहेत, त्यांचा ठायीं पुष्कळ ग्रहणें पडत असावीं?

गु०- होय, त्यां ग्रहांचा ठायीं ग्रहणावांचून थोडके दिवस जातात कारण तेथें उपग्रह फार आहेत, तस्मात् एका मागें एक कोणही तरी सूर्याचा आणि आपल्या ग्रहांचा मधून निरंतर फिरत असतात ग्रहांचें आणि त्यांचा उपग्रहांचें जोतिष्कारांस इतकें परिज्ञान झालें आहे कीं चंद्राचीं ग्रहणें वर्तवून बृहस्पतीचीं ही वर्तविलीं आहेत, हीं ग्रहणें अशा सूक्ष्म विचारानें वर्तवितात, कीं याचा योगानें अमुक गांवाची कोटि कोठें आहे असाही निश्चय करितां येऊं लागला.

गो०- पृथ्वीचा नकाशा किंवा भूगोल यावरून कोण्या एका स्थानाची भुजकोटि काढवणार नाहीं काय?

गु०- मी अमुक स्थानीं आहें असें जर तुला ठाउकें असलें तर तें स्थान पृथ्वीचे नकाशावर पाहून त्याचे भुजकोटीचा निर्धार करावयास अवघड नाहीं; परंतु तूं जा स्थानावर आहेस, तें तुला अज्ञात असतां त्याचें भुजकोटीचा शोध लावशील तेव्हां खरें: असें जर महासमुद्रांचा ठायीं अनेक दिवस जाऊन वादळ हो

ऊन

ऊन गलबत कोठें आहे अशी भ्रांति झाली, तर मग मी अमुकस्थानीं आहें, असा पृथ्वीवानकाशावरून निश्चय करशील हेंतर ठाउकेंच आहे.

गो० — आपण सांगतां तशी अवस्था प्राप्त झाली असतां, मलातर मग भुजाचा आणि कोटीचाही शोध लावावयास विचार पडेल.

गु० — ध्रुवाची उंची ह्मणजे तो क्षितिजापासून किती अंश उंचावलेला आहे असें लक्ष्यांत आणिलें ह्मणजे भुजाचा सहजांत शोध लागतो; या ध्रुवाकडेस जसें जसें जावें, तसा तसा तो अधिक उंच दिसतो, आणि असें मागें जावें तसा तो अधोगत झाला दिसतो.

गो० — तुमचा सांगण्या प्रमाणें तर ध्रुव कल्पित आहे, अतएव तो आपल्यास दिसणार नाहीं, मग त्याची उंची कशी मोजावी?

गु० — उत्तर ध्रुव आकाशांतील एक्या नियमित स्थानाकडे निरंतर असतो, त्या स्थानीं एक चांदणी असती, जीस ध्रुवाची चांदणी ह्मणतात; हीचांदणी स्वच्छ रात्रीचा ठायीं उत्तर गोलाचें कोणत्याही भागावरून कळती; तस्मात् या ध्रुवाचाचांदणीची जितके अंश उंची, प्रायशः तितकेंच अंश ध्रुवाची उंची जाणावी

णाची, सूर्य किंवा कोणी एक स्थिर तारा, यांचे पर्यायावलोकनेंकरूनही भुजांचा निर्धार होतो; ह्मणून समुद्रांत गलबत असतां, त्याचे दक्षिण उत्तर स्थानाचा ह्मणजे त्याचे भुजाचा निश्चय सहजांत होतो. आतां त्याचे पूर्वपश्चिम संस्थानाचा ह्मणजे त्याचे कोटिरेषांचा शोध लागणें हें एक गूढ राहिलें, जा पासून आपण इतके दूर आलों असें मोजावयास आपल्यास पूर्वध्रुव नाहीं, याकरितां एक नियमित स्थान पृथ्वी गोलावर मानावें लागतें, जें पृथ्वीचे नकाशावर काढून त्यांजपासून न कोटी मोजितात, असें इंगलंड देशीं ग्रिनीज ह्मणून एक नगर आहे, तेथें ततुदेशस्थ आपली याम्योत्तर रेषा मानून तेथून कोटीची संख्या करितात, फ्रांस देशस्थ त्यांचें जें पारीस नामें मुख्य नगर, त्या नगराचा ठायीं याम्योत्तर मानून कोटी मोजितात.

पृथ्वी आपले आंसा भोंवती २४ अवरांत पश्चिमे पासून पूर्वेकडेस परिभ्रमण करिती, एणेंकरून सूर्य तारे यांचे ठायीं वक्रगतीचा भास होतो. आणि १५ अंश किंवा पृथ्वीचे परिधीचा २४ चोविसावा खंड सूर्य प्रति अवरास क्रमून पृथ्वी भोंवतीं २४ अवरांत प्रदक्षिणा करितो असें भासतें; ह्मणून ग्रिनिज नगरीं १२ अवरें झालीं असलीं तर ग्रिनिज नगरा-

राचे पूर्वेस १५ अंशांवर जें स्थान असेल, तेथें बारांवरांवर एक अवर व्हावें, कारण सूर्य त्या स्थानाचें याम्योत्तर क्रमून एक अवर होईल, तेव्हांच तो क्षितिजाचे याम्योत्तरास पोंहोंचेल. आणखी याच कारणामुळें कोणी एक स्थान क्षितिजाचे पश्चिमेकडेस १५ अंशांवर असेल, तेथें ११ अवरें होतील, कां तर क्षितिजाचे याम्योत्तरापासून या स्थानाचे याम्योत्तराशीं यावयास सूर्यास एक अवर लागेल.

असें आहे, याकरितां मालीम लोक कोणी एक्या स्थानीं असतां त्यांस क्षितिजांत जोतास झाला असेल तो यथास्थित कळेल, तर तो ते आपल्या सांप्रत स्थानीं झालेल्या अवराशीं मिळवून पाहील, म्हणजे त्यास आपले स्थानाचे कोटीचा निर्धार करितां येईल.

शि ०– परंतु त्याणें क्षितिज सोडल्यापासून आपलें घड्याळाचें मान फिरविलें नसलें, तर तें घड्याळ कोणत्याही स्थानीं असलें तथापि क्षितिजांत झालेलें च अवर दाखवील.

गु ०– दाखवील खरें; पण तो मालीम ज्या स्थानीं असेल, त्या स्थानाचा दिनमानाचे खास अवर कळावयाकारितां सूर्य त्या स्थानाचे याम्योत्तरास आला म्हणजे तो आपलें घड्याळ लावीत जाईल

ईल.

छा॰ - तेव्हां त्याचे जवळ दोन घड्याळें असलीं, तर तो एकास प्रतिदिवशीं लावीत जाईल, आणि एकास तसेंच ठेवील. तो ज्या ज्या स्थानीं जाईल त्या त्या स्थानाचे अवर नियमित केलेलें घड्याळ दाखवील, आणि जें नियमित केलें नाहीं तें ग्रिनिजाचे अवर दाखवील. याप्रमाणें दोन अवरें मिळवून जें अंतर सांपडेल, त्यावरून तो ज्या स्थानीं असेल त्या स्थानाची कोटि त्यास मोजितां येईल.

गु॰ - अरे कण्या कोटीचा निर्धार करावयाची जी ही युक्ति काढिलीस, ही बाबा सर्वत्र स्वीकारिली आहे. जा घड्याळांची उत्तम प्रकाराची घटना, त्यांस कालगणक असें ह्मणावें. आणि ती कोटीचा निर्धार करण्यास कामी पडतात; परंतु कशीही घड्याळें असलीं तथापि अव्यवस्थित झाल्याविना रहात नाहींत. ह्मणून त्याचाच योगानें कोटी वर्तवितां कामास नये; कारण कालगणक घड्याळ हळू किंवा लौकर चालूं लागलें असतां जी चुकी होईल, ती काढावयास दुसरा उपाय नाहीं.

असा विचार आहे. यास्तव बृहस्पतीचे उपग्रहांचीं ग्रहणें अवलोकावीं लागतात. या उपग्रहांचीं ग्रहणें ग्रिनिजा

हून

हून पाहणारांस ज्याज्या समयीं दिसतील; त्यात्या समयाचें यथातथ्य स्वरूप कोष्टक करून छापिलें असतें. आतां त्याउपग्रहांचीं ग्रहणें इतर स्थानावरून पाहणारांस दिसलीं असतां, त्याणें त्या कोष्टकांतील ग्रहण समय पहावा, ह्मणजे त्यास भिन्नांतील अपर कळूं येईल; कारण उपग्रहांचें ग्रहण ज्यास्थानापासून दृष्टीस पडेल. तेथील पाहणारांस तें एक्याच समयीं दिसेल. मग आपण ज्या ठिकाणीं असेल त्याठिकाणाचा दिनमानाचें जें घड्याळ अपर दाखवील, तें त्याणें पहावें, आणि त्याअपरांशीं ह्मणजे त्याग्रहण समयाशीं भिन्न देशांतील ग्रहण समय मिळवून पहावा, ह्मणजे त्यादोहीं समयांत जें अंतर असेल, त्यावरून तो आपले स्थानाचे कोटीचा निश्चय सहजांत करील.

आपण असें कल्पावें, कीं बृहस्पतीच्या कोणी एके उपग्रहास संध्याकाळीं ग्रिनिज देशांत सहा अपरें झालीं असतां ग्रहण लागत असे; तें ग्रहण लागतांच एका मनुष्यानें समुद्रामध्यें असतां आपलें घड्याळ पाहिलें, तों दहा अपरें आपल्या स्थानीं झालीं आहेत; तेह्मां त्याचा स्थानाची कोटि किती होईल?

उ. १ — त्यास तें ग्रहण चार अपरां नंतर कळलें. चार पंधरा अंशाशीं

शांशीं गुणिलें असतां तर साठ होतात; तेव्हां तो क्षितिजाहून पूर्वेकडेस साठ अंशांवर असावा. कारण तो मनुष्य जेथें होता त्या स्थानाचें याम्योत्तर सूर्य प्रथमतः उल्लंघून क्षितिजाचे याम्योत्तराशीं गेला असेल.

गु ० – होय. सूर्य याम्योत्तर रेषास अनुक्रमानें उल्लंघित जातो, याजमुळें ज्या स्थानाची पूर्वकोटी, त्याजवर क्षितिजापेक्षां अधिक अवरें होतात. आणि ज्याची पश्चिमकोटी त्याजवर क्षितिजापेक्षां उणी अवरें असतात. सारांश बृहस्पतीचा उपनाऱ्यांचीं ग्रहणें दृष्टीस पडलीं असतां कोणेएक्या स्थळाचें कोटीचा निर्धार करितां येतो.

गो ० – तेव्हां मी अमुक याम्योत्तर रेषेवर आहें असें कोटीवरून कळूं येतें, आणि मी त्या याम्योत्तराचे अमुक भागांत आहें असें भुजावरून ज्ञान होतें.

गु ० – होय तूं ह्मणतोस तसेंच. आतां तुला वाटलें असेल. उपग्रहांसच ग्रहणें लागतात असें नव्हे. सूर्या जवळील जे मुख्य ग्रह त्यांचेंही सूर्यास ग्रहण लागतें. परंतु ते ग्रह सूर्यापासून कांहीं दूर असणारे मुख्य ग्रहांशीं लंबरेषेनें असतात. तेव्हांच असें ग्रहण लागतें; परंतु उपग्रहांस आपल्या मुख्य ग्रहां भोंवतें फिरावयास जितका काळ लागतो, त्यापेक्षां मुख्य ग्रहांस

सूर्या

सूर्या भोंवतें परिभ्रमण करावयास अति विशेष काळ लागतो; ह्मणून मुख्य ग्रहांचीं ग्रहणें वारंवार पडत नाहींत, असेंही आहे तथापि बुध आणि शुक्र परिभ्रमण करितां करितां सूर्य आणि पृथ्वी यांशीं सरळ रेषानुरूप होतात, परंतु हे पृथ्वीपासून अति दूर ह्मणून यांचे छायेचा पृथ्वी इतका दूर विस्तार होत नाहीं. आणि त्याकरितां इचा कोणत्याही भागावर अंधकार पडत नाहीं, इतकेंच कीं तो ग्रह सूर्याचा अंगावरून आडवा जातानां एक्या काळ्या ठिबक्या सारिखा दिसतो; अशा जाण्यास ग्रहांचें अतिक्रमण ह्मणावें.

शुक्राचें जें संक्रमणांक सूर्याचे ठायीं उमटलें होतें. तेणेंकरून ज्योतिषकारांस पृथ्वीचें सूर्यापासून जें दूरत्व आणि सूर्याचें महत्व, यांची गणना पूर्वींपेक्षां याथातथ्यानें करितां आली.

ह० - म्यां ऐकिलें आहे कीं भर्ती ओहोट उत्पन्न व्हावयास चंद्र कारण होय, परंतु याशीं आणि भर्ती ओहोटाशीं काय संबंध हें कांहीं माझा लक्ष्यांत येत नाहीं.

गु० - भरती ओहोट चंद्राच्या आकर्षणें करून उत्पन्न होतात. तो पाण्यास कांहींसें ओढून त्यास यत्किंचित् गोलाकार करीत असतो.

आकर्षकताचा

गो० - आकर्षकत्वाचा व्यापार पृथ्वीपेक्षां जलावर काय विशेष घडतो, माझ्या मतें जलापेक्षां पृथ्वीवर विशेष घडावा, कारण पृथ्वी सदृढ पडली?

गु० - पृथ्वीपेक्षां जलावर आकर्षकत्वाचा व्यापार विशेष घडत नाहीं, आणि तेणेंकरून भरती ओहोट ही उत्पन्न होत नाहीं, कारण आकर्षकत्व व्यापार समच घडत असतो; अप्रवाही पदार्थांपेक्षां प्रवाही पदार्थांचा अंगीं स्नेहाकर्षकत्व अत्यंत उणें, यामुळें त्यापदार्थांवर गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापार घडला असतां, त्याव्यापारास सफळ न होऊं देण्या विषयीं त्यां पदार्थांकडून प्रतिबंध फार असत नाहीं, तस्मात् चंद्राचा केवळ खालीं जें पाणी असतें त्यासतो ओढून काहींसें गोलाकार करितो, मग असा जेथें व्यापार घडला तेथें भरती आली असें ह्मणतात. एथवर भरती ओहोट हीं कशीं कशामुळें उत्पन्न होतात, हें समजावयास कांहीं अवघड नाहीं.

गो० - मगपुढेंतरी कोठें अवघड आहे: चंद्राखालील पाणी उंच व्हावें ह्मणून तें पृथ्वीचा अधोभागांतील जलास आपल्याकडे ओढितें, आणि असें जेथून पाणी ओढलें जातें तेथें ओहोट येतो.

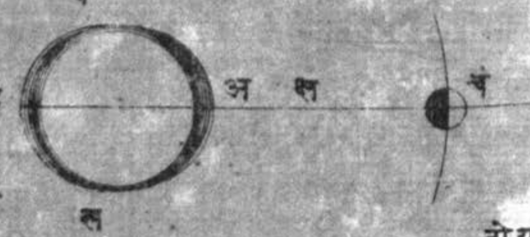
तूं हा

गु॰- तूं हा सिद्धांत चांगला विचार केल्याविना बोलतोस; यातु झ्या मताप्रमाणें तर चौवीस अवरांत एकदांच किंवा जेव्हां आ पण चंद्राखालीं येतों, तेव्हांच भरती ओहोट यावे. परंतु असें नव्हे चोवीस अवरांत दोन भरत्या आणि दोन ओहोट येतात, आणि आपल्याकडे भरती आली म्हणजे आपल्यास जो अधो लोक तेथेंही येती.

गो॰- जे पृथ्वीचे भाग चंद्रास व्यवहीत होतात, तेथील स मुद्रावर उलट्या रीतीनें चंद्राचें आकर्षण घडणें असंभा व्य होय.

गु॰- चंद्राखालील आकर्षणें करून भरती येती. हें सांग तां येईल, परंतु त्यास जे समुद्र उलटे पडतात, त्यांस भ रती येती, तिची व्यवस्था करणें अवघड; असेंही अ सतां, तूं जर चित्त देउन ऐकशील, तर तो विषय मी तुला समजाउन देईन.

तुझा पूर्वपक्ष स्पष्ट कळूं यावा, म्हणून पृथ्वीस असें मानावें कीतिला या आकृति प्रमाणें समुद्राचें सभोंवार आवरण पडलें आहे व हा चंद्र होय.



होय, अबसड ही पृथ्वी, आणि क्ष हा पृथ्वी चंद्राचा गुरुत्वमध्य आणि चलनमध्य होय. आतां अ जवळचा पृथ्वीवरील पाण्यावर इतर भागांचा पाण्यापेक्षां विशेष आकर्षण घडलें असतां, तें अ पाणी उभारलें आईल बस कडे पाहिलें असतां चंद्राचें आकर्षण थोडकें घडतें; तथापि ड वर आकर्षण घडतें तें त्यापेक्षां विशेष होय; कारण ड जलभाग चंद्रापासून अत्यंत दूर पडला; आणि हा इतका दूर ह्मणून यापासून पृथ्वी ओढली जाउंन याची अ सारिखी आकृति होऊन रहाती.

गो० – तव्हां पृथ्वीवरलें पाणी उंचावतें तेणेंकरून अ भरती येती, आणि ड पाण्यापासून पृथ्वी खाली होती एणेंकरून तिकडे भरती येती.

गु० – खाली वर हे शब्द बोलण्याची ज्योतिःशास्त्रांत फारशी प्रवृत्ती नाहीं: पृथ्वीपासून पाणी उंचावतें तेणेंकरून अ भरती येती, आणि पाण्यापासून पृथ्वी मागें होती तेणेंकरून ड भरती येती, असें बोलणें भाद्यामतें अनुरूप होय.

गो० – बरें, महाराज, चंद्र जसा भरती ओहोट आणितो तसा सूर्यकां आणित नाहीं: सूर्याचें आकर्षण तर चंद्रापेक्षां

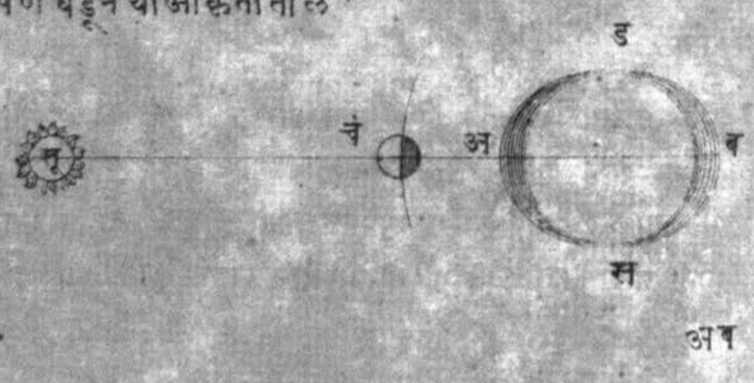
विशेष

विशेष होय?

गु० — चंद्रापासून आपण जितके दूर आहों तितकेच जर सूर्यापासून असतों, तर चंद्रापेक्षां सूर्याचें आकर्षण विशेष घडतें. परंतु आपण चंद्रास संनिध आहों त्यामुळें त्याचें आकर्षण विशेष घडतें. असेंही असतां भरती ओहटावर सूर्याचा चांगलाच व्यापार घडतो, आणखी त्याचें आकर्षण चंद्रा बरोबर होत असतें. ह्मणजें तो भरती ओहोटास वाढवितो आणि चंद्राचे आकर्षणीस अवरोधी झाला ह्मणजे उणें करितो.

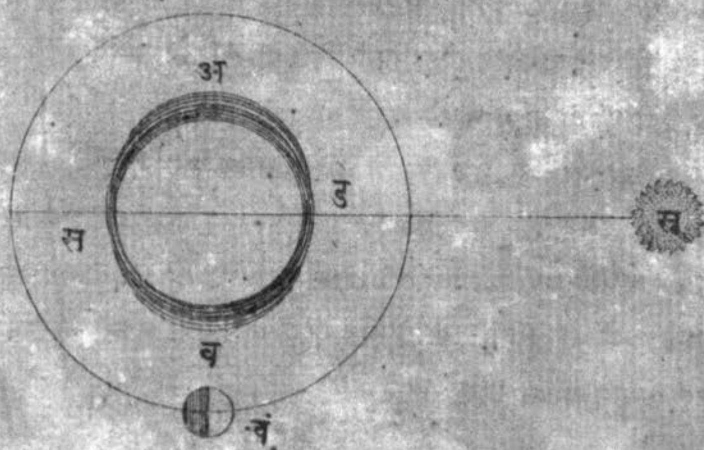
ह० — ह्या गोष्टीचा मला चांगला बोध होत नाहीं.

गु० — पृथ्वी भोंवती प्रदक्षिणा करावयास चंद्रास एक मास लागतो; या मासांत पृथ्वी, चंद्र, आणि सूर्य, ही दोन वेळां परस्पर एक्याच रेषेंत असतात. ह्मणजे पूर्णिमेचे दिवसीं आणि अमवास्येचे दिवशीं; असें जेव्हां होतें. तेव्हां चंद्र सूर्य या उभयतांचें पृथ्वीवर आकर्षण घडून या आकृतींतील



अप

अवसारिख्या मोठ्या भरत्या ओहोट येतात. ह्यां भरत्यांस उधानें ह्मणतात; परंतु जेव्हां चंद्र आपल्या कक्षेचा एकाद्या भागीं असतो, असा कीं सूर्याशीं एकरेषेंत नव्हे. तेव्हां तो सूर्य त्याचे आकर्षण व्यापाराचा अवरोधी होउन कमी करितो; असें झालें ह्मणजे साधारण मानानें भरती ओहोट उत्पन्न होतात.



६० - आपण सांगतां तसेच अधिक उणें भरती ओहोट या आपल्या खाडींत येत असतात. चंद्र आणि पृथ्वी यांमध्यें परस्परांवर आकर्षण घडतें तस्मात् पृथ्वीच्या आकर्षणें करून चंद्राचा ठायींही भरती ओहोट उत्पन्न व्हावे; आणि चंद्रापेक्षां

पृथ्वी

पृथ्वी मोठी ह्मणून चंद्राकडील भरती ओहोट माठाच असावा, असें असतांही चंद्राचा ठायीं भरती येऊन ती आपल्यास अंडाकार दिसत नाहीं.

गु० — असे भरती ओहोटीचें स्पष्ट व्याख्यान द्यावें, ह्मणून पृथ्वीस अवघेकडे जलावरण मानिलें होतें कळलें; परंतु असें सर्वत्र जलावरण पृथ्वीस किंवा चंद्रास नाहीं, मग त्यास भरती आली असतां अंडाकृती कोठून दिसेल. आणखी त्या जलावरणां मध्यें जेथें तेथें भूमी भाग आहेत. तेणेंकरून सारखी अंडाकृती उत्पन्न होणार नाहीं.

गो० - नसेल होत. बरें पण जेथें भरती येती त्याजागेवर तर चंद्र असतो खरा.

गु० - तेथेंही असत नाहीं; कारण जीजागा चंद्राचा केवळ खालीं असती, तेथें भरती आली, ह्मणजे जीजागा त्यास व्यवहित तेथेंही येती, तेव्हां त्याचानें दोहीं स्थानावर एक्याच समयीं असवणार नाहीं. आणखी चंद्राची कक्षा पृथ्वीचे कक्षेशीं बहुतकरून समानांतर आहे. यास्तव चंद्र उष्ण खंडाच्या मस्तकावर असतो, त्यामुळें त्या खंडांत भरती ओहोट अत्यंत मोठा, तसाच त्या खंडा पासून शीत खंडा पर्यंत भरती ओहोट उत्तरोत्तर उणा.

बरें

गो ० – बरेंतर उष्ण खंडांत जेथें भरती येती, त्याचे जागेवर किंवा त्या जागेस जें व्यवहित स्थान त्याजवर चंद्र असतो असें स्वीकारालना ?

गु ० – तेंही स्वीकारवत नाहीं; कांतर पश्चिमेपासून पूर्वेकडेस पृथ्वीचें परिभ्रमण होतें. तेणेंकरून समुद्राचा अंगींही चलन येतें तेव्हां चंद्र समुद्रास भरती आणूं लागला ह्मणजे लाटींचे अंगीं जी पश्चिमाभिमुख गती असती. ती त्यास उलटावी लागती. पदार्थाचे अंगीं जडत्व आहे ह्मणून त्याचे स्थितीचा पालट करूं लागले असतां, त्याज पासून प्रतिबंध घडतो. अतएव चंद्राचा आकर्षणाचें कार्य जलावर तत्कालींच उत्पन्न होत नाहीं, जेथें भरती येणार तेथल्या याम्योत्तरा पासून चंद्र जाउन जेव्हा तीन अवरें होतात. तेव्हां तेथें त्याचे आकर्षणाचें पूर्ण कार्य उत्पन्न होतें. अर्थात् पूर्ण भरती येती.

ह० – महाराज प्रतिदिवशीं भरती पाउण अवर उशीरानें येती. याचें कारण काय असावें.

गु ० – पृथ्वी वरील जें याम्योत्तर एक्या दिवशीं बारावरांवर चंद्राखालीं असतें; तें दुसऱ्या दिवशीं त्याचा खालीं बाराच वाजतां येत नाहीं त्याला पाउण अवर विलंब लागतो, ह्मणून भरती तितक्या

उशीरानें

उशिरानें येती. पृथ्वी आपल्या आंसाभोंवती सुमारें २४ अवरांत प्रदक्षिणा करीत असतां; आतां जर चंद्र आकाशांत स्थिर असता, तर पृथ्वीचा जो भाग २४ अवरां अंतीं चंद्राखालीं आला होता तोच दुसरीं २४ अवरें झाल्यीं म्हणजे त्याचा खालीं येता; परंतु पृथ्वीचें दैनंदिन परिभ्रमण होत असतां चंद्र ही आपल्या कक्षेंत पुढें पुढें चालत असतो. याकरितां जो यास्थोत्तर चंद्राचा खालीं असतें तें पुनः त्याचा खालीं यावयास पृथ्वीची एक पूर्ण प्रदक्षिणा होऊन तिला कांहीं अधिक चालावें लागतें. म्हणजे चंद्रास आटपावयास तिला पाउण पाउण अवर अधिक लागतें; सारांश चंद्र प्रतिदिवशीं पाउण अवर उशिरानें उगवतो याचकरितां भरती ओहोट यावयास तितका वेळ लागत असतो.

जोतिःशास्त्राचे जे विषय तुम्हाला सांगावयाचे होते, त्यां विषयीं हे संवाद आज पुरे झाले. आतां पुनः माझी भेट होईल तेव्हां प्रवाही धर्मशास्त्राचे साधारण विषय तुम्हांस समजावून देईन.

॥ इति दशमः संवादः॥

अथ एकादश संवाद

प्रवाही पदार्थांचे यांत्रिक धर्मा विषयीं

या संवादांत प्रवाही पदार्थांची व्याख्या-प्रवाही पदार्थ आणि त्यांचे भेद- असंकोच्य प्रवाही किंवा दुःसंकोच्य प्रवाही-प्रवाह्यांचें स्नेहाकर्षकत्व- त्यांचें गुरुत्वाकर्षकत्व- त्यांचे समतोलन- त्यांचा दाब- त्यांचें विशिष्टगुरुत्व- जलापेक्षां गुरुतर पदार्थ जलाइतका जो पदार्थांचा भार ते- जलापेक्षां हलके पदार्थ- यांचें विशिष्टगुरुत्व- इत्यादि विषयांचें निरूपण केले आहे ॥

गु॰ — अप्रवाही पदार्थांच्या यांत्रिक धर्मांचें जें व्याख्यान होत आलें, त्या कडेस आजपर्यंत आपलें अवधान लागलें होतें; त्यां धर्मांचें जें तुम्हास ज्ञान झालें आहे त्याचें विस्मरण सहसा पडणार नाहीं कारण ज्योतिषावर संभाषण झालें तें त्या ज्ञानाचा दृढीकरणार्थ होय. आतां जापासून प्रवाही पदार्थांचे, किंवा जलआदिपदार्थांचे यांत्रिक धर्मांचें ज्ञान होतें असें जें प्र

वाही

वाहिशास्त्र त्याचें कांहीं निरूपण करायाचें राहिलें. जो पदार्थ अति अल्पायासानें एकीकडेस सारला जातो, त्यास प्रवाही म्हणावें: असें कीं जलानें भरलेल्या पात्रांत आपला हात घालूं लागलों तर त्यास त्या जलाचा प्रतिष्टंभ काय आणु होतच नाहीं असें तुला वाटेल.

कृ० — तेव्हां अप्रवाह्यांचाठायीं स्नेहाकर्षकत्वाचें जितकें प्राबल्य तितकें प्रवाह्यांचेठायीं नाहीं.

गु० — होय नाहीं खरें, अप्रवाह्यांपेक्षां प्रवाही सामान्यतः अल्पदार्ढ्य आहेत. प्रवाह्यांचे परमाणूचें जें अल्पस्नेहाकर्षकत्व आणि अति अल्पायासें करून परस्परांवर प्रसरण, यावरून असें मानिलें आहे कीं प्रवाह्यांचे परमाणु गुळगुळीत, आणि गोलाकार असावेत; ते सरकत असतां त्यांचें परस्परांशीं किंचिन्मात्र घर्षण होतें, किंबहुना होतच नाहीं यावरून ते गुळगुळीत होत, त्यांचा परस्पर अत्यल्प अंगानें स्पर्श होतो, तेणेंकरून त्यांचे ठायीं अत्यल्प स्नेहाकर्षकत्व, याजकरितां ते गोलाकार असावे.

गो० — महाराज, जलादिपदार्थ प्रवाही पदार्थांचे पोटचे आहेत आणखी कांहीं दुसरे पदार्थ आहेत.

गु० — असंकोच्य प्रवाही आणि संकोच्य प्रवाही, अशा ज्या जल, वायु, इत्यादिक पदार्थ मिळून झालेल्या दोन जाति, यांजवर

सामान्यतः प्रवाही शब्द प्रवर्ततो, आणि असंकोच्य प्रवाही हा शब्द केवळ सद्रव पदार्थांवर प्रवर्ततो. आतां संकोच्य प्रवाही ही एक जाति राहिली, तिजमध्यें वातावरणांतील वायु आणि रसायनादि जे नाना प्रकारचे वायु, या सर्वांचा समावेश होतो. या वायूंचे किंवा संकोच्य प्रवाह्यांचे यांत्रिक धर्म यांचें विवरण द्वादश संथाती होईल. आज आपलें लक्ष्य जलादिकांचे असंकोच्य प्रवाह्यांचे यांत्रिकधर्मांकडे लावावें.

जलादि पदार्थ प्रायशः दुःसंकोच आहेत. आपले आपण जितका प्रदेश व्यापितात, तितक्या पेक्षां उणव्या प्रदेशांत हे किंचित्मात्र दाबले किंवा आवळले जावयास मोठे आयास लागतात. असें कां घडतें म्हणशील, तर यांचे परमाणुचे ठायीं अत्यंत सूक्ष्मता आहे. तेणेंकरून हे संकोचक पदार्थानें संकोचन पावतां, त्यांचे रंध्रांतून बाहेर निघतात. असा व्यापार प्रत्ययास आणून देण्याकरितां, कितिएक वर्षां मागें फ्लारन्स नगरीं प्रसिद्ध प्रयोग केला होता; असा कीं, एक सोन्याचा पोकळ गोळा पाण्यानें भरून तें पाणी अति बळानें दाबिलें, तेव्हां तें जल संकुचित न होतां त्या गोळ्याच्या अंगांतून घामासारिखें बाहेर निघालें परंतु केवळ अर्वाचीन काळीं या विषयावर प्रयोगाकरितां लोखंडाचे सबळ नळ्यांत पाणी दाबलें गेलें आहे, तस्मात् असें सिद्ध होतें, कीं जल

संको

संकोच्य होय.

कृ॰ — द्रवरूप द्रव्यें अप्रवाह्यी सारिखीं काय सच्छिद्र आहेत?

गु॰ — होय, आहेत; परंतु त्यांचीं छिद्रें इतकीं सूक्ष्म, कीं तीं अत्यंत स्थूलदर्शकाच्याही योगानें दृष्टीसन्नीस येतनाहींत. त्यांचे ठायीं कितिएक अप्रवाही पदार्थ विरतात, यावरूनच त्यांचे अंगीं सच्छिद्रता आहे, असानिर्धार होतो. एकेतांब्याभर पाण्योत काहीं वाटलेलें मीठ टाकिलेंअसतां तें पाणी अधिक होउन सांडत नाहीं, कारण त्याचे छिद्रांत त्या मिठाचे परमाणु शिरून राहतात, तेणेंकरून एकट्या जलानें जितकी जागा व्यापिली होती, तितक्याच जाग्यांत जल आणि मीठ समाविष्ट होतें: जशा चण्याचा गोणींत पराभर यव्या सहज मावतात, तसें. परंतु तीं जलछिद्रें भरून उरे इतकें त्या तांब्यांत मीठ घातलें, तर अवशेषमीठ त्याचा तळींजाउन जलानें व्यापलेली जागा आपण घेउन त्याजलास बाहेर टाकील.

जलछिद्रें भरून जातात तोंपर्यंत कितीएक मद्येंही जलांत ओतलीं असतां, जलाचें महत्व वाढत नाहीं. पण या वाहार रसायनशास्त्रविषय, एथें काढितां कामास नये, आपण प्रवाह्यांचा यांत्रिकधर्माचेंच कथन चालूं द्यावें.

प्रवाही

प्रवाहीं जसे परिपूर्ण गुरुत्वाकर्षण पावतात, तसे अप्रवाही पावत नाहींत; कारण त्यांचे परमाणूंचे ठायीं सबल स्नेहाकर्षकत्व असतें, तेणेंकरून ते आपणावर गुरुत्वाकर्षण पुरेपणीं घडूं देत नाहींत. यास दृष्टांत; या घडोंचीचे पायांत जे परमाणुरूप अवयव, त्यांचे ठायीं सबळ स्नेहाकर्षकत्व आहे ह्मणून याणी घडोंचीवरील पदार्थाचा भार साहिला आहे. जर कदाचित् त्यांचे स्नेहाकर्षकत्वाचा नाश झाला, ह्मणजे काष्ठदशेचा पालट होउन त्यास प्रवाहिता प्राप्त झाली, तर त्यांजपासून घडोंचीस कांहीं आधार मिळणार नाहीं; कारण त्यांचे परमाणु परस्पर स्नेहाकर्षण न पावतां निरनिराळे स्वतंत्र गतीनें प्रसरण पावून भूमीबरोबर होउन जातील.

कृ० — जेव्हां अशी स्नेहाकर्षकत्वाची न्यूनता प्रवाह्यांचे ठायीं आहे ह्मणूनच त्यांची कांहीं आकृति किंवा रास घडत नाहीं; आपण ह्मणालकीं वायूच्या योगानें जलावर लाटा उठतात, तर त्यांचा गुरुत्वाकर्षकत्वें करून तत्काळींच भंग होउन जातो, आणि त्या लाटांचें जल स्थिर जलाशीं समानत्व पावतें.

गु० — प्रवाह्यांचें समानत्व किंवा समतोलन याचा काय अर्थ होतो हें तुला कळतें ना?

कृ० — होय मला कळलें खरें, पण सांगायास कांहीं विचार पडतो

वरें

वरें प्रवाह्यांस स्थैर्यावस्था प्राप्त झाली असतां त्यांच्या ठायीं जो निश्चळपणा, आणि सपाटपणा, दिसतो तेंच त्यांचें समानत्व ना ?

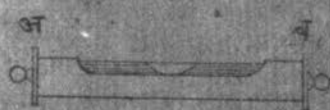
गु० — प्रवाह्यांचे अंगी निश्चलपणा मानिला असतां चालेल, पण सपाटपणा मानतां नये; कारण गुरुत्वाकर्षकत्वाचे स्थाना पासून, ह्मणजे पृथ्वीच्या मध्यापासून प्रवाह्यांचे सर्व वरील अंगभागानी एक सारिखे दूर असणें, हेंच प्रवाह्यांचें समतोलन, अशी त्याच्या समानत्वाची किंवा समतोलनाची निरुक्ति करितात. तेव्हां प्रवाह्यांची स्थिति पृथ्वीगोलावर यारीतीनें होय, अत एव त्यांचीं वरील अंगें सपाट नसावीं, गोलाकार असावीं, अशी जलादिकांची गोलाकारता, महान् समुद्रा सारिख्या विस्तीर्ण जलाचे ठायीं स्पष्ट दिसून येते. तलावादिक जेलहान लहान जलाशय, तेथें दिसत नाहीं, याचें कारण हेंच, कीं त्या जलाशयाचे महत्वाप्रमाणें त्याच्या ठायीं अत्यंत अल्प गोलाकारता असते.

प्रवाह्यांचे परमाणु स्वातंत्र्येंकरून गुरुत्वाकर्षण पावतात ह्मणून त्यांच्या ठायीं स्वाभाविक समतोलन उत्पन्न होतें; कसें होतें ह्मणशील तर प्रवाह्यांचा एकादा परमाणु उपाधीकरून त्यांचा इतर स्थिर परमाणु पासून उंचावलेला असतां, त्यांस पुनः गुरुत्वाकर्षण प्रवाह्यांचे बाह्य अंगाशीं समान स्थितींत आणून ठेविते, आणि प्रवाह्यांवर अति अल्प प्रेरणा घडतांच कार्य

उत्पन्न होतें, तेणें करून तो उंचावलेला परमाणु आपल्या भाग प्रमाणे स्थिर असाद्यांचे अंगास भेदून त्यांत मिळून जातो.

गो॰ — पण म्या एक तेलाचा थेंब पाण्यावर तरता पाहिला आहे, तोतर त्यांत मिळालाच नाहीं हें कसें?

गु॰ — पाण्यापेक्षां तेल हलकें पडलें, म्हणून तसें घडतें. जर ते त्यांत पाणी ओतलें, तर पाणी आपल्या विशेष गुरुत्वामुळें ते ल्याचे खालीं जाउन त्यास वरतें लोटितें. ही आकृति एक्या यंत्राची आहे. यास वाटर लेवल म्हणजे जलसमानत्व म्हणतात. हें प्रवाह्यांचे समतोलनाचा संधानानें केलें आहे. हें असें करितात, कीं एक ओखूडशी कांचेची नळी घेउन तींत कांहीं पाणी घालून एक बुडबुडा उत्पन्न करितात, आणि अ ब हीं तिचीं तोंडें बुजून टाकितात; ती नळी पूर्ण समान रेषानुरूप नसली, म्हणजे तिजमधील जल खालच्या शेवटास जाउन त्या वायूनें झालेल्या बुडबुड्यास वरल्या अंगास करितें. परंतु जेव्हां ती नळी समानरूप झाली असतें, तेव्हांच तो बुडबुडा तिचा मध्यभागीं राहतो. कोणत्या एक्या स्थानाची समानता पहावयाची असली, तर या यंत्रास तेथें लावावें, म्हणजे समानतेचा निश्चय होतो.



तेव्हां अप्रवाही पदार्थांचे पिंडाचे पिंडच गुरुत्वाकर्षण पावता न असें जाणावें, कारण त्यांचीं परमाणूंचा दायीं सबळ स्नेहाकर्षकत्व, तेणें करून ते परमाणु एकमेकास सोडीत नाहींत, परंतु प्रवाह्यांचा व्यापार असा नाहीं, त्यांचे प्रत्येक परमाणु पृथक् पृथक् पिंड सदृश, ते स्वातंत्र्याने गुरुत्वाकर्षण पावतात. असी यां प्रवाह्यांची अवस्था आहे: ह्मणून यांजपासून अप्रवाह्यां इतका प्रतिबंध घडत नाहीं. जां परमाणूंचा पृथक्भावानें प्रतिबंध घडतो तो अल्पायासानें दूर होतो.

छ॰ — जितके जल तितकाच अप्रवाही, असे दोन सारिख्या भागाचे पदार्थ कशावर पडले असता, अप्रवाह्यां पासून जितका धक्का बसतो, तितका जला पासून कदापि बसत नाहीं.

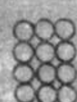
गु॰ — होय प्रवाह्यांचे परमाणूंचा व्यापार स्वातंत्र्याने घडतो. अतएव ते परस्परांस चहूं कडेस लोटीत असतात. हा लोट केवल अधःप्रदेशाकडेच घडतो असें नाहीं, उर्ध्व आणि सभोंवताही घडतो. हा लोट चहूं कडेस एकसारिखा असतो ह्मणून प्रवाह्याचे अंगीचे प्रत्येक परमाणु स्थिरपणें राहतात. प्रवाह्यास कशाचा धक्का बसला, ह्मणजे त्याचा लोट वैषम्य पावतो, आणि पुनः पूर्वस्थितीवर येई तों पर्यंत प्रवाही निश्चळ रहात नाहीं.

गो॰ — प्रवाह्यांचा अधःप्रवणलोट स्वाभाविक होय; हा गुरुत्वाकर्षकत्वाचेंच कार्य होय, एक्या प्रवाही कणाचा दुसऱ्यावर भार पडतो, तेणेंकरून तो खालीं लोटला जातो, हें नीटच आहे; परंतु कडेकडला लोट आणि विशेषेंकरून ऊर्ध्वलोट हें काय आहे, हें मला कळत नाहीं.

गु॰ — जर प्रवाह्यांचे अंगीं कडेकडला लोट नसता, तर जलादिकेंकरून भरलेल्या पात्राचे कडेस भोंक पाडिलें असतां त्यांतून तें न निघतें. वाळूनें भरलेल्या पात्रास भोंक पाडिलें तर ती त्यांतून निघत नाहीं, कारण तिचा कणांचे ठायीं कडेकडले लोटाचा अभावच असतो.

लू॰ — जलभरित पात्राचा कडेचे भोंकाजवळील पाण्यावर वरील पाण्याचा भार असतो, म्हणूनच तें बाहेर उडतें.

गु॰ — जर प्रवाह्यांचे कणाची एकसारिखी स्तंभरूप मांडणी असती, तर त्यांचे अंगीं कडेकडला लोट असणार नाहीं, हीआकृति पहा कारण एक परमाणु दुसऱ्यावर लंबरूप असला तर तो खालच्यास खालीं मात्र दाबील; परंतु निरंतर असें घडत असतें किं, दोन कणावरील जो एक कण तो त्यामध्यें शिरायास पहात असतो. असें जेव्हां घडतें, तेव्हां त्यां खालच्या कणा



स

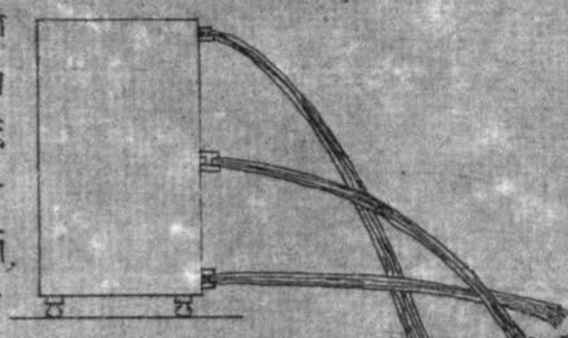
स कडे कडला लोट प्राप्त होतो.

ही आकृति पहा.



हृ० — लांकडाच्या तुकड्यास पाचर मारली असतां, ती त्याचे कडेचे भाग जसे फाटे करिते, तसेंच तो परमाणु करीत असेल.

गु० — होय तसेंच. तस्मात् जलादिकांच्या अधःप्रवण लोट किंवा त्यांचे वरील अंशांचा भार, यांजपासून त्यांचे अंगीं कडेकडला लोट उत्पन्न होतो; अतएव जलपात्राचे कडेस जितकें खालीं भोंक केलें, तितका त्यांतून जें पाणी बाहेर निघतें, त्याचा वेग विशेष. ही आकृति एके जलपात्राची आहे, यास खालपासून वरपर्यंत तीन भोंकें आहेत, आतां हीं मी उघडितों, म्हणजे यांतून



पाणी किति किती वेगानें बाहेर उडतें हें तुला कळेल. कायरे गोपाळा तुला हें कळतें किं नाहीं.

गो० — होय महाराज कळतें. पाण्याची पहिली धार जेथून निघते

तें

तें स्थान मस्तकाजवळ, ह्मणून त्याअःवर पाण्याचा दाब थोडा याकरितां ती धार मंदवेगानें उडते; दुसरी धार जेथून निघते त्यापाण्यावर दाब विशेष, ह्मणून ती काहीं विशेष वेगानें उडते, आणि खालील धार जेथून निघते, तें पाणी तळाजवळ; तेव्हां त्याजवर प्रायशः अवघ्या पाण्याचा दाब पडतो, त्यामुळें ती धार अतिसबळ वेगानें बाहेर उडते.

गु० — बहुत बरें; आणखी तूं असें कहा, कीं कडेचा लोट उत्पन्न व्हावयास आपेक्षां अधःप्रवण लोट कारण, त्यापेक्षां जलपात्राचें विस्ताराचे भेदामुळें त्या धारेचा वेग अधिकउणा होत नाहीं. त्या जलपात्राची जशी जशी उंची तसा तसा त्याधारेस वेग असतो; कांतर प्रत्येक जलकणाचा व्यापार स्वातंत्र्यानें होत असतो, तेव्हां केवळ त्या धारेचा भोंका जवळचा जलकणाचा स्तंभ असेल, तो त्याधारेचा पाण्यावर भार घालून त्यास बाहेर उडवील.

कृ० — तेव्हां जलपात्राचे रुंदीमुळें तोटींतल्या धारांचा वेग अधिक होत नाहीं. बरें पण जें जलपात्र घनरूप असतें, त्यांत अधःप्रवण लोट जितका विशेष तितका कडेकडला लोट नसावा.

गु० — तितका नाहींच घनरूप जलपात्रांत कडेकडील लोटापेक्षां अधःप्रवणलोट दुप्पट अधिक असतो; कारण त्या पात्राचे तळींचा प्रत्येक जलकणास सर्व वरील जलकण दाबितात, परंतु त्यांचे

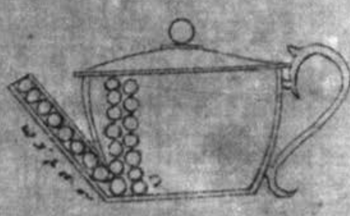
एके

एके कडील कणावर तत्थापासून मस्तकापर्यंत उत्तरोत्तर उणा दाब असतो, आणि मस्तकीं अगदीं दाब नसतो.

गो० — बरें आतां प्रवाह्यांचा उर्ध्वप्रवण लोट हा कोठून उत्पन्न होतो? हा लोट गुरुत्वाकर्षकव्यापाराशीं प्रत्यक्ष विरुद्ध, यावरून याचें उत्पत्तिकारण केवळ दुर्ज्ञेय दिसतें.

गु० — प्रवाह्यांचे अंगीं अधःप्रवण लोट, त्याजपासूनच उर्ध्वप्रवण लोटाची उत्पत्ति. कशी म्हणशील तर, झारीमध्यें पाणी ओतलें असतां, तें तोटींत जाउन झारींतल्या पाण्याची आणि आपली उंची विषयीं समानता होई, इतकेंच उंच चढतें; त्या झारीमधील पाण्याचे वरील कण तळींचा कणास दाबितात, जर या कणास खालीं मार्ग मिळता, तर हे त्यांवरील कणांचा दाब पावून खालीं जाते, परंतु यांस खालीं उतरवत नाहीं, म्हणून हे आपले गतीचा रोंख पालटून त्या तोटींत चढतात.

यापुढील आकृति प्रमाणें ही झारी जलकणांचे स्तंभांहीं करून भरली आहे असें कल्पावें.



आतां इचा तळींचा १ या अंकानें अंकित जो जलकण त्यास १ आणि २ या अंकानीं अंकित जे दोन जलकण त्यांहीं दोहींकडून दाबिलें तेव्हां या

दाबानें तो जलकण तोटींत लोटला, तेथून याजवर जसाजसा दाब पडत चालला, त्याप्रमाणें हा दुसऱ्यापासून तिसऱ्यापर्यंत, तिसऱ्यापासून चवथ्यापर्यंत याप्रकारें स्थानें सोडून तोटींत चढत चालला, मग याची आणि झारींतल्या पाण्याची समानता होतांच हा जेथील तेथेंच राहिला.

कृ० — जर या उर्ध्वप्रवण लोटेंकरून तोटींत पाणी चढतें, तर प्रवाह्यांचें समतोलन नाहींसें होउन जातें.

गो० — खरें, पण असें पहा कीं झारी रुंद, आणि मोठी पडली तेव्हां तिजमधील मोठ्या जलसंचयाचा भारानें तोटींत मावणारा जो अल्प जलांश, तो वर होतो आणि तेथेंच राहतो. परें झारी आणि तिची तोटी समान परिमाणाची असली, तथापि त्यांजमध्यें जलाचा पूर्ववतच व्यापार घडेल काय?

गु० — होय घडेल यांत संशय काय तुला जर पाहिजे तर तो प्रयोग विपरित प्रकारें कर, म्हणजे झारींत पाणी ओतायाचें तें तोटींत ओत, तरी तोटींतल्या पाण्याशीं समानता पावे इतकें झारींत पाणी उंच चढेल; कारण तोटींतला जो अल्पजलांश त्याचा दाबानें झारींतलें पाणी वर होउन तेथेंच राहील. प्रवाही पात्राचे विस्तार महत्वावर काहीं प्रमाण नाहीं कळलें, त्याची जशी जशी उंची असते, तसें तसेंच प्रवाह्याचा उर्ध्वप्रवण लोटास किंवा कडेकडील लोटास

टास

दास बळअसतें.

भारी पारदर्शक नव्हे, तिजमध्यें जलाचें समतोलन होतां दृष्टीस पडत नाहीं, याकरितां हें काचपात्र अल्पच्छिद्र नळीचा योगें करून भरितों पहा.



गो॰ — अरे कृष्णा महाराज नळीमध्यें पाणी ओतितात, तेणेंकरून तें काचपात्रांत पहा कसें भरतें नळींतल्या पाण्याशीं आणि आपल्याशीं समतोलन व्हावें म्हणून चढतें आहे.

महाराज आतां या काचपात्रांत पाणी मला ओतूं द्यावें म्हणजे हीनळी भरून आईल.

गु॰ — याशीतीनें नळी कदापि भरणार नाहीं तूंजर प्रयोग करीत असलास तर करून पहा, म्हणजे तीनळी कांभरत नाहीं हें तुला कळूं येईल.

गो॰ — नळींतील अल्पजलांश काचपात्रांतील अवघ्या जलस मुच्चयास चढवून धरितो, आणि नळी भराव यास जें अल्पजल लागणार, त्यास काचपात्रांतील अवघ्या जलाचा दाबानें वरतें चढव तनाहीं हें एक अपूर्व होय वरें मी याचा पुर्ता वि

चार

चार करून पाहतों - हीनळी कांभरत नाहीं हें मला आतां कळलें; ह्या काचपात्रांतल्या आणि नळींतल्या पाण्याशीं समानता झाली, ह्मणजे मग काच पात्रांतील पाण्यानें नळींतील पाण्यास अधिक वरतें कांढत नाहीं, आणखी नळी ही काचपात्रापेक्षां फारउंच पडली, तस्मात् काचपात्रामध्यें पाणी ओतल्यानें नळी कदापि भरणार नाहीं.

गु० — आणखी तें काचपात्र भरून गेलें असतांही, त्यांत पाणी ओतीत चालिलें तर तें आपले समानतेपेक्षां नळीमध्यें अधिक चढणार नाहीं, बाहेर वाहून जाईल.

आतां मी तुह्मास पदार्थाचे विशिष्टगुरुत्वाचा अर्थ सांगतों.

गो० — आह्मास अद्यापि अज्ञात असें एकादें आणखी एक गुरुत्व आहे:

गु० — नाहीं, आकार प्रमाणानें तुल्य जें द्रव्यां तर त्याचे भाराशीं मिळवून पाहिला जो पदार्थाचा भार, त्यास विशिष्टगुरुत्व ह्मणावें. धोंडे हे पदार्थ गुरु, आणि कापूस, पीस, हे हलके, असें बोलिलें असतां, त्या पदार्थांस परस्पर ताडून पाहिलें असें होतें, एणेंकरून सृष्टींतील पदार्थांत प्रायशः सिसें आदिकरून भारी आणि कापूस हलके पदार्थ असें सिद्ध होतें. बरें

लांकूड

लांकूड, ईट, यांस तूं हलकें ह्मणशील कीं भारी ह्मणशील?

गो॰ — कितिएक जातीचीं लांकडें भारी असतात, सिसव, खैर, इत्यादि, आणि कितिएक जातीचीं हलकीं असतात, देवदार, शेगवा, इत्यादिक.

कृ॰ — माझा मतें लांकूड प्रायशः भारी पदार्थ होय, देवदार, पांगारा, यांस हलकें ह्मणाल तर यांची विशेष भाराच्या लांकडाशीं बरोबरी करावी, तेव्हां मात्र हलकेसे दिसतात. आतां इटेची भारी पदार्थांत किंवा हलके पदार्थांत गणना होईल, हें माझानें झडकण सांगवत नाहीं. दगड व धातु इत्यादिकांपेक्षां जर ईट हलकी नसली, तर मला वाटतें तिला भारी पदार्थांतच मोजावें. हलक्या आणि भारी पदार्थांचें तर आपल्यास नियत ज्ञान नाहीं सें दिसते. ज्या पदार्थाचे योगानें इतर सर्व पदार्थांचा भार करूं येई, असा एक नियामक पदार्थ असता तर बरें होतें.

गु॰ — अशा नियामक पदार्थाचें फार प्रयोजन लागत असे, याकरितां एक पदार्थ नेमून ठेविला आहे. बरें पदार्थाचे भाराचा उत्तम प्रकारें नियम करी असा तुला कोणता पदार्थ वाटतो.

गो॰ — या कार्यार्थ तर असा पदार्थ असावा कीं जो सर्वांस कळे आणि सहजांत मिळे असें शिसें किंवा लोखंड.

गु॰ — अग्नि सर्व धातूंस विस्तृत करितो आणि शीत संकोचित करितें

रितें. असें कीं एकजर घन इंचा इतका शिशाचा तुकडा असला, तर
त्याचें विशिष्ट गुरुत्व शीत काळींचे पाहोंदे पेक्षां उष्णकाळींचे दोन प्र
हरीं उणें होतें; कारण शीतकाळीं त्याचे अंगीं विशेष दाढर्य येतें.

गो॰ — पण महाराज एक्या पदार्थाचा जितका भार तितकाच दुसऱ्या
विजातीय पदार्थाचा भार, असे दोन मिळवून पाहिले असतां, भा
रानें समानच उतरतील. असा शेरभर शिशाइतका शेरभर काप
स उतरत असतो.

गु॰ — सम गुरुत्वाचे नाना पदार्थ घेउन त्यांचे भाराचें समीकरण जो
करीत असेल, तो मूर्ख असावा. पदार्थाचा भाराचें समीकरण कराव
यास समगुरुत्वाचे पदार्थ घेउं नयेत, सममहत्वाचे घ्यावे; ह्मणजे मा
सा, तोळा, इत्यादि उन्मानानें सम असतील ते नाहींत; टिपरी, अधोली,
इत्यादि मानानें सम असतील ते.

गो॰ — खरें ह्मणतां, जेथें परिमाण मानावयाचें तेथें उन्मान मानून म्यां
आपल्या ठायीं भ्रम उत्पन्न करून घेतला. सर्वांहून मोठा पदार्थ को
णता असा निश्चय करावयास सममहत्व पदार्थ घेउन, त्यांस परस्प
र मिळवून पहाणारा जसा मूर्ख, तसाच पदार्थ सर्वांहून भारी को
णता असें जाणायास जो कोणी समगुरुत्व पदार्थ घेउन तोलितो,
तो मूर्ख होय.

गु॰ — याचकरितां पदार्थाचा विशिष्ट गुरुत्वाची गणना करावयास

सम

सम महत्व पदार्थांस परस्पर मिळवून पहावें, मग त्यांचा जसा भार असेल त्याप्रमाणें त्यांचें विशिष्टगुरुत्व आपल्यास कळूं येईल. विशिष्टगुरुत्वाचा नियम करावयास भहीनें कद्दलेलें पाणी योजिलें आहे.

कृ० — अशा उद्योगार्थ प्रवाह्यांस निवडून योजावें लागतें यावरून तर मला चमत्कार वाटतो, अहो पाणी तोलावयाचें त्यापेक्षां तें भांड्यांत असलें पाहिजे, तेव्हां विशिष्टगुरुत्वमें जितो त्यापात्राचा भार उणा करावा लागेल.

गु० — अम्र याही पदार्थांचें विशिष्टगुरुत्व किती, असें जाणावयास करितां त्या पदार्थास एका पारड्यांत घालून त्याइतकें पाणी दुसऱ्या पारड्यांत घालावें लागत नाहीं; इतकेंच कीं, आ पदार्थाचें विशिष्टगुरुत्व पहावयाचें त्यास पाण्यांत तोलावें लागतें, बरें जर सोन्याचा तुकडा पाण्यांत तोलावयास घातला तर तो तुकडा आपल्या महत्वा इतकें पाणी एकीकडे करणार नाहीं काय?

गो० — कांनाहीं जेथें एक पदार्थ आहे तेथें त्याकाळीं दुसरा पदार्थ राहूं शकत नाहीं, तस्मात् त्या तुकड्या इतकें जेव्हां पाणी एकीकडे ससरेल तेव्हांच त्यास आंत जागा होईल.

गु० — होय घनइंचा इतक्या सुवर्णखंडास घन इंच जल एकीकडेस झालें पाहिजे, पदार्थांचें जसें महत्व असतें, तसेंच पाणी एकीकडेस सरतें कळलें? त्यापदार्थाचे भारावर कांहीं प्रमाण नाहीं, घन इंच हस्तिदंताचा तुकडा किंवा एकादा पाण्यांत बुडणार प

दार्थ

दार्थ, यांजपेक्षां घनइंच सुवर्णखंड अधिक प्रदेश व्यापणार नाहीं, आणि अधिक जलास ही एकीकडेस सारणार नाहीं.

दुसरें एक नवल ऐकिलेंस, सुवर्णादिकांस जलांत तोलिलें असतां त्यांचा भार बाहेरच्या भागपेक्षां उणा होतो.

ह्लु० — असा उणा व्हावयास कोणतें कारण?

गु० — यास कारण असें आहे कीं, जलकणाच्या अंगीं जो उर्ध्वप्रवण लोट, तेणेंकरून जलांत घातलेला पदार्थ कांहींसा सांभाळला जातो, आणि असा संभाळलेला जातो, म्हणून त्याचा भार उणा होतो. जर पाण्यांत घातलेल्या पदार्थाचा भार त्या पाण्याच्या इतका असला, तर त्या पदार्थास पाणी सर्वस्वें संभाळून धरतें धरील, असें असताही पदार्थानें पाण्यास एकीकडे करण्याच्या पूर्वीं, खालील पाणीं वरील पाण्यास संभाळितें, तसें पाण्यापेक्षां पदार्थ भारी असल्यास पाण्याचा त्यास पूर्ण आधार मिळत नाहीं, तथापि तो आंत जाउं लागला असतां, त्यास त्या जलाचा प्रतिबंध घडतो.

गो० — भारी पदार्थास पाण्यांत घालावें, तेव्हां त्याच्या अधोगमनास जो जलप्रतिबंध घडतो तो सर्वदा सारिख्याच असावा.

गु० — सारिख्याच असतो. जलांत पदार्थ घालावा त्यास जो जलापासून प्रतिबंध होतो, तो पदार्थाचे महत्त्वानुरूप होय त्याचा

भाग

भारानुरूप होत नाहीं, म्हणून सर्वसममहत्व पदार्थांस सारखाच प्रतिबंध घडतो, आणि अतएव त्यांस पाण्यांत घातलें असतां त्यांचा एकसारिखाच भार उणा होतो, बरें हा किती उणा होत असेल, याची तुला अटकळ कादवेल?

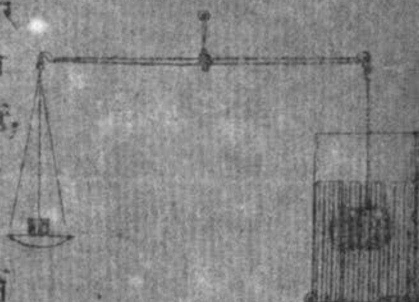
शि॰ — मला वाटतें त्या पदार्थेंकरून पाणी एकीकडे झालें त्याचा जितका भार तितकाच उणा व्हावा, कारण पदार्थ आंत घालण्यापूर्वी एकीकडे झालेला जलांश खालील जलेंकरून सांभाळलेला होता त्या जलांशाचे भार इतका आंत गेलेल्या पदार्थाचा भार संभाळलेला जावा.

गु॰ — तुझें उत्तर केवळ उपपन्न होय, तोलावयास पाण्यांत घातलेला पदार्थ जा जलास एकीकडे करितो, त्याचा जितका भार तितकाच त्या पदार्थाचा भार उणा होतो, तस्मात् एकीकडे झालेलें जल कादून जा पारड्यास पाण्यांत घातलेला पदार्थ टांगिलेला असतो, त्या पारड्यांत घातलें तर दोन्हीं पारडीं समतोल होतील.

आणि ऐकिलें स, पदार्थाचे विशिष्ट गुरुत्वाचा निश्चय करावयास पदार्थास पाण्यांत तोलावें लागतें, म्हणून त्यास पारड्या सगट पाण्यांत घालूं नये, पारड्याचे खालें अंगास आंकडा बसवून त्यास तो पदार्थ लटकवावा, किंवा पारड्यास

कादू

काढून टाकून दांडीच्या एक्याशेवटास तो पदार्थ टांगावा. वरें जर घनइंच सुवर्ण खंड १९ औंस भार उतरलें, आणि त्यास पाण्यांत घालून तोलिलें एक औंस उणें झालें; तेव्हां त्याचें विशिष्टगुरुत्व किती असावें?



गो०— घनइंच सुवर्णखंडें करून जें पाणी एकीकडे झालें, तें आपेक्षां एक औंस भारी उतरतें, आणि त्या सुवर्णाचा तर १९ औंस भार, तस्मात् जलापेक्षां सुवर्ण १९ पट्ट भारी असावें.

छ०— पदार्थांचें भार परस्पर मिळवून ठरावलेले अशाचें म्याएक कोष्टक पाहिलें होतें, आणि पाण्याचा भागपेक्षां सुवर्णाचा भार १९ सहस्रगुण विशेष असें मला भासलें.

गु०— त्या कोष्टकाचा भाव त्वां भलत्याच रीतीनें समजून घेतलास, त्यामध्यें एक घनइंच भर पाण्याचा भार एक सहस्र गणिलेला होता, कोणे एके पदार्थाचा भार इतरपदार्थाचा भाराशीं मिळवून पाहिला नाहीं, तोंवर त्याचे भाराचा काही नियम कळत नसतो; याकरितां जलास विशिष्टगुरुत्व नियामक मानून त्याचा भार आपणास ठावा इतका कल्पावा; मग इतकेंच कीं याचा

योगानें

योगानें आपदार्थाचा निर्धार होईल, त्याचा भार या नियामका चे भारानुरूप मेजित जावा.

गो० — तेव्हां आपल्यास पाहिजे तर पाण्याचे अंगीं एक पट भार मानावा, ह्मणजे स्वर्णाचा १९ पट भार उतरेल; किंवा पाण्याचा एक सहस्त्र मानावा ह्मणजे स्वर्णाचा १९००० उतरेल. कोणे के पदार्थास सममहत्व जलाशीं तोलिलें असतां, त्या पदार्थाचा जलापेक्षां जो भारीपणा उतरतो तेंच विशिष्ट गुरुत्व असावें.

गु० — विशिष्ट गुरुत्वाचा अर्थ इतकाच कीं पाण्याचे भाराशीं मेजलेल्या पदार्थाचा भार तुझे लक्षणाप्रमाणें नाहीं; कारण कित्येक पदार्थाचें विशिष्ट गुरुत्व जलाचे विशिष्ट गुरुत्वापेक्षां उणें असतें.

गो० — तेव्हां अशा पदार्थाचे विशिष्ट गुरुत्वाचा निर्धार आपण कसा कराल. स्वर्णाचे विशिष्ट गुरुत्वाचा निर्धार ज्या रीतीनें केला तसा तर करितां येणार नाहीं; कारण जलापेक्षां हलका पदार्थ जलांत घातला असतां जलावर तरता रहातो, जलास काहीं एकीकडेस करीत नाहीं.

गु० — पदार्थ जर अगदींच हलका असला, तर त्याकडून एकही जलबिंदु इकडे तिकडे न होता, परंतु आपदार्थाविषयीं आ

पलें

पलें बोलणें होत आहे, त्यास कांहीं तरी भार असतो; मग तो अति अल्प कां होईना, याकरितां असे पदार्थ जलांत घातले असतां, कांहींसें जल एकीकडेस करतील. आतां जर पदार्थ जलापेक्षां हलका असला, तर त्याचा आणि पाण्याचा महत्व सम होई इतका आंत बुडणार नाहीं, आणि इतका बुडणार नाहीं म्हणून आपल्या महत्ता इतकें पाणी ही एकीकडेस करणार नाहीं, आपला जितका भार असेल इतकेंच एकीकडेस करील. त्वां पाहिलें आहेस कीं नाहीं, तारूं पाण्यामध्यें प्रथमतः कांहींसें गेलें असतें, मग त्यामध्यें जस जसा भार पडत जातो, तस तसें तें अधिक आंत जात असतें, तस्मात् तें आपल्या भारानुरूप पाण्यास नित्यशः एकीकडे करीत असतें.

गो॰ — परंतु आपण नुक्तेंच बोलिला, कीं पदार्थ कसा ही भारी असो, त्याजवर कांहीं प्रमाण नाहीं, त्याचें जसें महत्व असेल तदनुसार पाण्यास एकीकडे करितो.

गु॰ — जे सर्व पदार्थ जलापेक्षां भारी, त्यांची ती गोष्ट होय; आतां जे जलापेक्षां हलके आणि आपल्या महत्वानुरूप जलास एकीकडेस करीत नाहींत, असे पदार्थ जितकें जल एकीकडेस करितात, त्यावरून तरी त्यांचे विशिष्ट गुरुत्वाचा कोठे निर्धार होत आहे.

जला

जला पेक्षां हलक्या पदार्थांचे विशिष्ट गुरुत्वाचा निश्चय करणें झालें, तर त्यास ज्याचे विशिष्ट गुरुत्वाचा नियम झाले ला आहे असा जो हादि पदार्थ बसवावा, आणि त्या कहां जो. पदार्थ जलांत घालावा, असें केल्यानें त्या हलके पदार्थांचे विशिष्ट गुरुत्वाचा सहज ज्ञान निर्धार होतो.

शि० — परंतु ज्याचें विशिष्ट गुरुत्व पाण्याचाच इतकें, असे पदार्थ नाहींत काय?

गु० — कां नाहींत अशा पदार्थांस पाण्यामध्यें कोठें ही ठेविलें, तथापि स्थिर रहातात. हा लांकडाचा तुकडा यास लोखंड घसवून पाण्या इतका भारी केला आहे; यास या कांचेचा जलपात्र मध्यें कोणी ही कडेस घातलें, तेथें हा स्थिर राहील.

शि० — प्रथमतः मी यास जलपात्राचे तळीं सोडितों; एथून तर हा कदापि वर येणार नाहीं, कारण हा पाण्यापेक्षां हलका नाहीं. आतां मी यास जल पात्राचे मध्यभागीं सोडितो, येथून हा तळीं ही जात नाहीं, अथवा वरही चढत नाहीं, कां तर हा जलापेक्षां भारी नाहीं, आणि हलकाही नाहीं. आतां मी यास जलावर ठेवितो. येथून तर हा कांहीं खालीं जातो, एथून खालीं आणण्याचें महाराज काय कारण असावें.

गु० — हा जलापेक्षां हलका नाहीं, म्हणून हा त्या जलावर तरायाचा

नाहीं

नाहीं; बरें भारी म्हणावा तर भारी नाहीं, मग पाणें त्याचा खालीं कां जावें; तस्मात् याचा मस्तक जला बरोबर होई इतकाच हा खालीं गेला आहे, आणि तेणें करून याजवर किंचित् पाणी आलें आहे, जर थोडके अल्प बिंदु जलपात्रांत ओतिले इतके हलू कीं त्यांचे अंगीं वेग उत्पन्न होउन त्यांचे चालकत्वाची वृद्धि होई तर ते वरीलच पाण्यांत मिळून जातात, खालीं काहीं शिरावयाचे नाहींत.

गो॰ — आपण सांगितल्या कारणामुळें पाण्यानें भरलेला पोहोरा विहिरींतून काढिताना, पाण्याचा बाहेर पडतांच भारी कां येउं लागतो, याचें तर कारण कळूं आलें, पाण्यांतून पोहोरा काढता ना पोहोऱ्यांतील आणि विहिरींतील पाण्याचें विशिष्ट गुरुत्व समान, म्हणून खालील पाण्याचा उर्ध्वप्रवण लोटानें तो पोहोरा सर्वस्वें संभाळलेला असतो. आणि असा संभाळलेला असतो, याकरितां त्यास ओढायास अल्प आयास लागतात; परंतु तो पाण्याचा बाहेर पडतांच, त्यास उर्ध्वप्रवण लोटाचा आधार प्राप्त होत नाहीं, यास्तव तत्काळींच भारी येउं लागतो.

कृ॰ — बरें प्रत्यात्याचे विशिष्टगुरुत्वाचा आपण कसा निर्धार करितां?

गु॰ — ज्याचा योगानें जलादिकांचे भाराची गणना होते असें एक

जोंत

तोलणक म्हणून यंत्र आहे, तद्द्वारा प्रवाह्यांचें विशिष्टगुरुत्वाचा निर्धार होतो. हें यंत्र कसें असतें कळलें? एक पातळ कांचेचा अ गोळा असतो, आणि त्यास समानांतरानें करवे पाडलेली असी एक ब नळी बसविलेली असते या यंत्रास प्रवाह्यांत घातलें असतां, हें असें खालीं जातें, जसें तसें त्या प्रवाह्याचें विशिष्ट गुरुत्व आणावें आणखी याचे खालीं किंचित् पाऱ्यानें भरलेला असा एक लहान गोळा बसविला असतो, येणें करून इतकेंच होतें कि हें यंत्र समतोल होउन आ प्रवाह्यांत घालायाचें, त्यांत नीट उभें राहतें.



आतां मात्रा उठायाच्या वेळ झाला; म्हणून आजचें इतकेंच भाषण; प्रवाह्यांविषयीं अजून पुष्कळ बोलणें व्हायाचें आहे, याकरितां आपल्या दुसऱ्या बैठकीस हाच विषय काढूं.

इति एकादशः संवादः

अथ द्वादश संवाद.

झरे, कारंजीं, इत्यादिकां विषयीं.

या संवादांत वाफेचें उर्ध्वगमन, मेघोत्पत्ति, पर्जन्योत्पत्ति, पर्जन्य वृष्ट्यादिक - झरे, नद्या, सरोवरें, आणि कारंजीं यांची उत्पत्ति या सर्व विषयांचें कथन केलें आहे.

गो० — महाराज माझी असी इच्छा आहे किं आपणाजवळ एक प्रवाही संबंधी विषय विचारावा. या विषयाचा मी जेव्हां जेव्हां विचार करितों, तेव्हां माझे अंतःकरणांत भ्रमच उत्पन्न होतो. वरें पृथ्वीवर इतका मोठा पाउस पडून इचा अंगीं जिरून जातो, तेणेंकरून इचा अप्रवाहित्वाचा नाश व्हावा तर होत नाहीं, याचें कारण काय? सूर्य आणि वायु पृथ्वीच्या बाह्यांगास शुष्क करितात खरें, परंतु जेथें अतोनात द्रव्यांचा संचय, असे जे तिचे अंतर्भाग, त्यांजवर तर यांचा काहीं व्यापार घडुत नाहीं.

गु० — पृथ्वीचे अंगीं सर्व जें पाणी जिरतें, तेंच निजमधुन काहीं काळानें वरतें येतें, हें तुला ठाउक नाहीं काय? असेंजें वर

आलें जल याचें तर समुद्र, नद्या, झरे, मेघ, पाऊस, आणि को
ठेकोठें गारा, बर्फ, थिजलेलें जल. हीं सर्व क्रमेंकरून होत अ
सतात. या पर्जन्यास पूर्वोक्त नाना अवस्था कसकशा प्राप्त
होतात, असा विचार करावयास जर मनावर घेतलेंस, तर
पृथ्वी उत्पन्न झाल्यापासून आतांजवर पाऊस पडला आहे,
तेणेंकरून आजपर्यंत विरून कां गेली नाहीं. हें आपें आप
समजशील; आणखी; इचा उत्पत्तिसमयीं जें इजमध्यें जल
होतें, त्याजपेक्षां आतां इचा ठायीं एक थेंब अधिक नाहीं,
असें ही तुला पक्केपणीं ज्ञान होईल.

प्रथमतः मेघ कसे उत्पन्न झाले याचा आपण विचार करूं.
पृथ्वीचें बाह्यांग जेव्हां सूर्याचे पहिल्या किरणांहीं करून तापलें,
तेसमयीं त्या उष्णतेनें जलकण पृथ्वीपासून वेगळे करून वायूपे
क्षा हलके केले, वाफेस ही अशीच अवस्था प्राप्त होते कळलें.
बरें अशी अवस्था जलकणांस प्राप्त झाली असतां त्यांचा प
रिणाम काय?

गो. — ते वायुपेक्षां हलके झाले, ह्मणजे स्वाभाविक वरतें च
ढतील. आणखी यावरून मला आपल्या मागील संवादांतील
बोलल्याचें स्मरण झालें, जें सूर्याचे तापाची उष्णता जलक
णाचे अंगीं वाफपणा आणिते, आणि तेणेंकरून ती वाफ

जातां

वातावरांत चढते, मग तेथें ती मेघरूपानें परिणाम पावते. ओलें वस्त्र उन्हांत लोकर वाळतें, परंतु त्याजपासून पाण्याची वाफ उठतां दृष्टीस पडत नाहीं.

गु० — मीठ पाण्यांत विरून त्यांत मिळालें असतां तें असें दृष्टीस पडत नाहीं, त्याप्रमाणें वाफा वायूंत असतां ही दिसूं येत नाहीं. जलाचे दोहीं अवस्थांचा आपण शोध केला; आणि पाहिलें कीं, जलाची वाफ होते आणि वाफेच्चे मेघ होतात.

छा० — अहो पण जर ही वाफ वायुपेक्षां हलकी, तर वरतीवर ती चढत कां जात नाहीं, ही एकत्र होउन मेघरूप कां होते?

गु० — पृथ्वीपासून वातावरण जसें जसें उंच, तसें तसें त्याचें दाढर्य उणें, याकरितां समुद्र, नद्या, सरोवरें, आणि या भूमीवरील जल, यांजपासून सूर्ययोगानें उत्पन्न झालेली वाफ वर चढत जाते, आणि इचें जितकें विशिष्ट गुरुत्व तितकेंच ज्या वायूचें अशा ठिकाणी आली, ह्मणजे तेथें स्थिर राहते. मग आणखी नव्या नव्या वाफा वारंवार वर चढतात तेणेंकरून ती वाफ हळूहळू दृढ होउन तिचे मोठे मोठे ढीग होतात, त्यास आपण मेघ ह्मणतों. हे मेघ वायूनें संभाळले नजात इतके भारी झाले, ह्मणजे पृथ्वीवर पर्जन्यरूपानें पडतात.

गो०

गो॰ — पर्जन्यवृष्टि द्वारा मेघ पृथ्वीवर पडतात खरें, परंतु आप त्या मतावरून माझ्या समजुतीनें असें सिद्ध होतें, कीं आदि काणीं मेघ स्थिर असतात तेथील वायुच्यानें त्यां मेघास संभाळवेना इतके ते मेघ भारी झाले, ह्मणजे त्याहीं खालीं उतरत जावें. मग यांचा आणि वायूचा भार समान अशा वायू पटाशीं पोंहचले ह्मणजे त्याणीं तेथेंच रहावें, भूमीवर पडूं नये, कां ह्मणाल तर मेघ वाफेचे होत, तस्मात् ते भूसन्निहित वायुपेक्षां कदापि भारी असायाचे नाहींत, जर असते तर वाफ भूमीवरती चढतच नसती.

गु॰ — मेघ कोण्या रीतीनें उतरतात याचा जर त्वां विचार केला, तर तुझ्या दूषणाचें आपेंआप निराकरण होईल. अरे कळलें मेघाचा वर्षाव होत असतां त्याचे अंगींचे कितीएक जलकण परस्परांहीं करून आकर्षले जात इतके जवळ येतात, आणि एकत्र होउन बिंदूरूप होतात, यारीतीने वाफेस पर्जन्यावस्था प्राप्त झाली, ह्मणजे तिचा अंगीं वातावरणाचा सर्व भागापेक्षां विशेष जडपणा येतो, आणि विशेष जडपणा, अतएव ती भूमीवर पडते.

गो॰ — अहः हः किती होहें चमत्कारीक कृत्य.

गु॰ — सिद्धपदार्थींचा एकाग्रचित्तानें विचार करूं लागलें असतां, त्यां पदार्थींचे रचनेवरून जें प्रभूचें ज्ञान कळूं येनें, त्याव

रून

रून मनुष्यानें आश्चर्यच पावावें; आणखी तुमच्या दृष्टीस जे चमत्कार पडत आहेत, त्यांचें अवलोकन करूं लागलें असतां, त्यां चमत्कारांचा जो उत्पन्नकर्ता प्रभु, तो धन्य धन्य, त्याचा आह्मावर मोठा उपकार होय, असे तुमच्याही मनांत हर्षोद्गार आल्या वांचून राहणार नाहींत. आतां पहा जर पृथ्वींतील उदक सूर्यें करून शोषण पावतच नसतें, तर तृण वनस्पत्यादिकांस पाणी पुष्कळ होउन तीं नाश पावतीं. जर कदाचित् अवर्षण पडून, त्यांचें नेमल्या काळीं पर्जन्य द्वारा पालन पोषण होत नसतें, तर तेणेंही करून तीं मरून जातीं. बरें जर मेघ वाफ रूपानेंच असते तर वातांबराचा जो पट त्यांजपेक्षां भारी तेथवर मात्र उतरते, भूमीवर कदापि नपडते, किंबहुना वाफेचे अंश बिंदूपेक्षां अधिक मोठे होत इतका जर त्यांजवर आकर्षकत्वाचा व्यापार घडत असता, तर मेघ शुंडाधाकार मोठमोठ्या धारानीं वर्षते, तेणेंकरून ही वनस्पत्यादिकांचें पालन व्हावयाचें, तें न होतां त्यांचा नाशच होउन जाता.

सारांश जल वाफ रूपानें वरतें चढतें, आणि पर्जन्य, बर्फ, किंवा गारा यांचे रूपें खालीं उतरून परिणामीं जलच होतें. पर्जन्यादि रूपानें जल उतरतां काहींसें पृथ्वीवरी

लें

ल समुद्रादि जलाशयांत पडतें, आणि कांहींसें भूमीवर पडतें. जें भूमीवर पडतें त्यांतील कांहीं वाफरूपानें पुनः वरतें चढतें कांहींसें औषधि, वनस्पति, प्राशन करितात,. आणि कांहींसें पृथ्वीच्या अंतर्भागीं उतरून तेथें त्याचे झरे होतात.

ह्म० — तेव्हां पाउस आणि झऱ्यांचें पाणी हीं काय दोन्ही एकच होत?

गु० — होय मुळींतर एकच आहेत. आतां झऱ्यांचें पाणीं नानाप्रकारचे मृत्तिकांतून वाहतें, तेणेंकरून त्यास विजातीय द्रव्यांचा स्पर्श होतो, आणि त्यामध्यें कितीएक द्रव्यें विरून जातात. पण मेघोदकास अशी काहीं अवस्था प्राप्त होत नाहीं, इतका झऱ्याचे पाण्यांत आणि मेघोदकापेक्षां विशेष आहे.

गो० — इतकीही झऱ्याचा पाण्यांत भेद आहे, तथापि तें मेघोदकापेक्षां मधूर लागतें, त्याचे अंगीं विशेषस्वछता दिसते, आणि मला वाटतें तें विशेषनिर्मळ असावें.

गु० — छत् तें निर्मळ कोठलें, भट्टीनें शोधलेल्या पाण्यास सोडून मेघोदकासारिखें दुसरें निर्मलजल कोठे मिळणार; यास मधूर म्हणशील तर याचे अंगीं निर्मळता म्हणून हें

असें

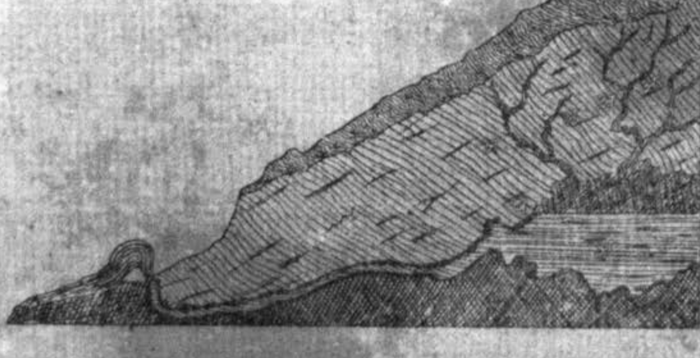
असें, अर्क्षशोदकांत तर नानालवणें आणि अनेक धात्वादि, क द्रव्यें विरतात, तीं त्या उदकाची स्वच्छता उणी नकरितां त्या चे अंगीं नाना स्वाद उत्पन्न करितात; आणखी पृथ्वीच्या अंत र्भागांतील दगडाची भूमी आणि वाळू यांमधून हें सर्क्षशोद क पाझरतें, तेणें करून जें अन्य द्रव्य याच्यानें विरलें नसतें, तें याजपासून दूर होउन हें जसेंचें तसेंच स्वच्छ राहतें.

पृथ्वीवर पाउस पडला म्हणजे तिचा अंगींचीं छिद्रें व रं ध्रें यांतून खालीं खालीं मार्ग काढित जातो. या रीतीनें किति ए क जलबिंदू भूमींत उतरत असतां परस्पर मिळाले, म्हणजे त्यांचा एक लहानसा ओहळ उत्पन्न होतो; हा ओहळ वाह त असतां आपल्या सारिख्या दुसऱ्या ओहळाशीं मिळतो, मग हे सर्व एकत्र होउन पृथ्वीच्या अंतःप्रदेशीं वाहत असतां कोण्या एक्या पदार्थाचे आड येतात; आणि त्यास भेदून पार पडवेना असें त्यांस झालें, म्हणजे तेथेंच राहतात.

गो॰ — आपण तर मागें बोलिलां कीं सुवर्णाच्याही छिद्रांतून जल बाहेर पडतें. सुवर्णापेक्षां अल्पछिद्र पदार्थ दुसरा नाहीं, आणि आतां म्हणतां कीं जलाच्यानें पार पडवेना हें काय?

गु॰ — फ्लोरेंस नगरीचे प्रयोग दर्शना प्रमाणें जेव्हां जलावर

अतिसंकोच व्हावया जोगा भार पडतो, तेव्हांच स्रुवर्णाच्या रंध्रांतून जल बाहेर पडतें; आतां पृथ्वीमध्याकडे जल जात असतां त्याजवर गुरुत्वाकर्षक प्रेरणे वांचून दुसरी प्रेरणा घडत नाहीं, आणि या प्रेरणेच्या जलावर इतका अल्पभार पडतो कीं जलाचानें मुरम इत्यादिक मृत्तिकेचा ही पदास भेदून बाहेर पडवत नाहीं, मुरुम जरी फारसा सदार्य नाहीं तथापि याचे अंगीं चिकणाई विशेष, आणि त्यामुळें हा जल बिंदूस आपल्यामधून पार होऊं देत नाहीं. अशा जातीचे पदार्थांच्या जलास प्रतिबंध घडला, ह्मणजे त्याची गति कुंठित होते, मग तेथें जल एकत्र सांचून एक जलाशय उत्पन्न होतो. या विषयाची पुढील आकृती वरून चांगली स्पष्टता होईल ही आकृति एक्या पर्वताच्या अंतःप्रदेश दाखविते. अ हा पूर्वोक्त जल



संचय होय अ, अ, अ, ह्यां अल्प ओहळांचा योगानें तो जलसंचय वृद्धिंगत होउन, व पर्यंतच दला, ह्मणजे त्याचें पाणीं त्यारवांचेतून एक्या मार्गास लागतें; आणि त्याजवर गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापार घडतो, तेणेंकरून तें पाणी वाहत असतें, मग डोंगराचे कडेस भूमी फोडून स स्त्र्याचे रूपें बाहेर पडतें.

गो॰ — पदार्थ पृथ्वीमध्याकडे येई असा अधोगतीनें त्याजवर गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापार घडतो; आणि एथें तर झरा समरेषानुरूप वाहत आहे हें कसें?

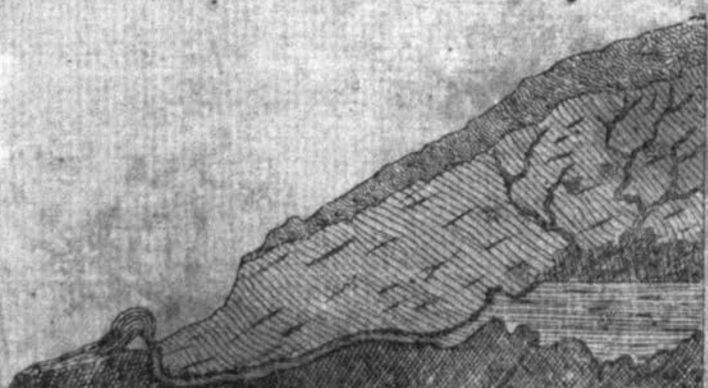
गु॰ — केवळ समरेषानुरूप नव्हे. जेथें भूमींतून पाणी निघतें त्यास्थानाशीं आणि खांचेशीं काहीं तिर्यक् आहे; आणखी गुरुत्वाकर्षकत्व पदार्थास लंबरेषेंतून जसें अनायासानें ओढितें, तसेंच त्यास उतरणीवरून ओढितें कळलें.

गो॰ — त्यारवांचेतून झरा निघतांच जरी प्रथमतः खालीं उतरला, तरी त्यास पृथ्वीचे बाह्यांगाशीं पोंहचावयास वरतेंच दावें लागतें; जें चढणें गुरुत्वाकर्षक व्यापारास केवळ विरुद्ध होय.

गु॰ — ज्या खांचेपासून झरा उत्पन्न होतो त्यारवांचेचा समानत्वापेक्षां झरा कदापि अधिक उडत नाहीं; अतएव भूमीवरील

एका

अतिसंकोच व्हावया जोगा भार पडतो, तेव्हांच रुवर्णाच्या
रंध्रांतून जल बाहेर पडतें; आतां पृथ्वीमध्याकडे जल जांत
असतां त्याजवर गुरुत्वाकर्षक प्रेरणे वांचून दुसरी प्रेरणा
घडत नाहीं, आणि या प्रेरणेच्या जलावर इतका अल्पभार
पडतो कीं जलाचानें मुरम इत्यादिक मृत्तिकेचा ही पदास भे
दून बाहेर पडवत नाहीं, मुरुम जरी फारसा सदार्य नाहीं त
थापि याचे अंगीं चिकणाई विशेष, आणि त्यामुळें हा जल बिंदू
स आपल्यामधून पार होउं देत नाहीं. अशा जातीचे पदार्थां
च्या जलास प्रतिबंध घडला, ह्मणजे त्याची गति कुंठित होते,
मग तेथें जल एकत्र सांचून एक जलाशय उत्पन्न होतो. या वि
षयाची पुढील आकृती वरून चांगली स्पष्टता होईल ही आ
कृति एक्या पर्वताच्या अंतःप्रदेश दाखविते. अ हा पूर्वोक्त जल



संचय होय अ,अ,अ, ह्यां अल्प ओहळांचा योगानें तो जलसंचय वृद्धिंगत होउन, ब पर्यंतच दला, ह्मणजे त्याचें पाणीं त्यारवांचेतून एक्या मार्गास लागतें; आणि त्याजवर गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापार घडतो, तेणेंकरून तें पाणी वाहत असतें, मग डोंगराचे कडेस भूमी फोडून स झऱ्याचे रूपें बाहेर पडतें.

गो॰ — पदार्थ पृथ्वीमध्याकडे येई असा अधोगतीनें त्याजवर गुरुत्वाकर्षकत्वाचा व्यापार घडतो; आणि एथें तर झरा समरेषानुरूप वाहत आहे हें कसें?

गु॰ — केवळ समरेषानुरूप नव्हे. जेथें भूमींतून पाणी निघतें त्यास्थानाशीं आणि रवांचेशीं कांहींतिर्यक्त्व आहे; आणखी गुरुत्वाकर्षकत्व पदार्थास लंबरेषेंतून जसें अनायासानें ओढितें, तसेंच त्यास उतरणीवरून ओढितें कळलें.

गो॰ — त्यारवांचेतून झरा निघतांच जरी प्रथमतः त्याळीं उतरला, तरी त्यास पृथ्वीचे बाह्यांगाशीं पोहचावयास वरतेंच दावें लागतें; जें चढणें गुरुत्वाकर्षक व्यापारास केवळ विरुद्ध होय.

गु॰ — जा रवांचे पासून झरा उत्पन्न होतो त्यारवांचेचा समानत्वापेक्षां झरा कदापि अधिक उडत नाहीं; अतएव भूमीवरील

एका

एखादें स्थान जें पृथ्वीमध्यास त्याच्यापेक्षां अधिक जवळ, तिकडे भरा मार्ग काढीत आईल. आतां मागील आकृतिमधील झऱ्यास बुधा पासून स पर्यंत आतें समयीं समथास वर चढावें लागतें खरें; परंतु या चढण्याचें कारण तुला न सांगतां कळूं येईल, कांहींसा विचार करून पहा.

गो॰ — हां हां, झऱ्याचें वर चढण्याचें कारण तर वरील प्रश्नाच्यांचा हाच होय; झऱ्याचें आणि त्यांचेच्या पाण्याचें समतोलन व्हावें, म्हणून नळांत पाणी ओतिलें असतां तोटींत असें चढतें, तसेंच त्यांचे पासून झऱ्याचें गाल्यांत चढतें, आतां मला झऱ्याचा स्वभाव समजला सा वाटतो: झऱ्याचा मार्ग उतरता असो अथवा चढता असो, तथापि त्यांतून पाणी वाहून आईल, इतकेंच कीं तो मार्ग त्यांचेपेक्षां उंच नसावा.

गु॰ — त्वां सांगीतला असा झऱ्याचा स्वभाव आहे, म्हणून याचे पाण्यास गावांमध्यें जेथें नेलें तेथें नळें करून नेववेल, आणखी घरांचा जा उंच उंच माड्या तेथें ही नेतां येईल, त्यां माड्यांची उंची झऱ्यांचे उत्पत्तिस्थानापेक्षां अधिक नसावी. पुणें, नगर, इत्यादिक शहरांत जेथें तेथें पाणी न्यावयाकरितां जे नळ केले आहेत, ते कांहीं एकानें बंद पडले असतां नीट करावयाकरितां उघडे करितात, तेव्हां ते त्वां पाहिले आहेत किंवा नाहीं.

कृ॰ — ते तर म्यां बहुत वेळ पाहिले आहेत, आणखी म्यां असें

लक्ष्यांत आणिलें आहे कीं, यां नळ्यांवरील जर एकादा दगड का ढिला, तर यांतलें पाणी मोठ्या वेगानें वरतें उडतें, या उडण्याचें कारण हेंच कीं जेथें भरा उत्पन्न झाला तेथील जलाचा दाब नळांचा पाण्यावर पडून त्यास बाहेर काढावयास पाहतो.

गो॰ — होय बरी आठवण झाली; म्या एका गृहस्थाचे घरीं काच पात्र पाहिलें होतें, ज्यास तो तेलसाचें पात्र ह्मणतात. याची आकृति काहींसी पंचपात्री सारिखी असते, आणि याजमध्यें एक लहानसा मनुष्याचा पुतळा बसविला असतो, याचा चमत्कार कांहीं असा आहे, कीं या पात्रांत कितीही पाणी ओतिलें, तथापि त्या पुतळ्याचे उरापेक्षां उंच चढूंच नये. हें बरें कसें होत असेल?

गु॰ — कोणाचे पहाण्यांत न येई अशा रीतीनें एक बागीव नळी त्या पुतळ्याचा मध्यें घातली असते, तेणें करून त्या पुतळ्याचे उरापेक्षां पाणी उंच चढत नाहीं, कां चढत नाहीं याचा तुला बोध व्हावया करितां सीफन किंवा बागीव नळीचा धर्म तुला प्रथमतः सांगी . ही आकृती पहातला पाहिजे.

सीफन ह्मणजे बागीव नळी;
इचीं दोनहीं शेवटें मधोमध



बागवून एकसारिखींच लांब ठेविलीं, आणि इला पाण्यानें भरून ईचीं दोनही शेवटें केवळ समान रेषेवर होत असें जर धरिलें, तर तें पाणी बाहेर पडत नाहीं, मध्येंच अटकलें राहतें, हें असें कां राहतें हें तुला सांगवेल ना?

गो० — हें तर मोठें अद्भुत आहे! पाणी तेथें बरें कसें रहात असेल - जलानें नळी भरली असतां जल्यावर तर वायूचा दाब पडत नाहीं, परंतु नळीचीं शेवटें उघडीं असतात याकरितां खालील वायूचा त्या जलास उफराटा दाब घडतो; बरें इतक्या त्या उपराठ्या दाबानें जलाचे खालील दाबाशें समतोलन होणार नाहीं कीं?

गु० — जर नळीचे दोनही शेवटांस समान दाब असला, तर होईल, परंतु जर त्या बागींव नळीस तिर्कस केलें, इतकें कीं त्या जलाचे समतोलनास किंचिन्मात्र वैषम्य येई, तर त्या नळीचें जें शेवट खालीं होईल, त्यांतून तत्काळींच जळ बाहेर पडूं लागेल, टांकीं, पीप, इत्यादि जीं मोठीं आणि अल्पायासानें हालवायास चालवायास कठीण, अशीं जीं पात्रें यांतून जलादिपदार्थ काढावयास अशा नळ्या उपयोगी पडतात, ह्मणून यांचे शेवटाची लांबी विषम असते; कारण याजमधील जलाचा दाब विषम झाला पाहिजे. जें शेवट तोंकडें नें मोठ्या पात्रांत घालितात, ह्मणजे लांब शेवटांतून आपें आप जलादिपदार्थ बाहेर वाहून येतात.

छ० — त्या तोकड्या शेवटांतून जल चढून सीफनाचे वळलेल्या भागावरून कसें उतरतें, तोंतर भाग जलपात्रांतील जलाचे समानतेपेक्षां उंच असतो.

गु० — सीफनाचे वळलेल्या भागावरून पाणी उतरावयाचा दोन रीती आहेत; एक अशी रीति आहे, कीं जें जल बाहेर काढावयाचें त्यांत तोकडें शेवट घालून, लांब शेवटाचे भोंकांतून सीफनांतील अवघा वायु तोंडानें ओढून घ्यावा, ह्मणजे त्या पात्रांतील जलावर वायूचा दाब पडोन तें जळ त्या नळींत चढेल, कारण तिजमध्यें वायूचा जलास दाब होणार तो नाहीं सा करून टाकिला; जों पर्यंत ती वक्रनलिका जलानें भरली रहाते, तों पर्यंत तिजमध्यें वायूचा प्रवेश होत नाहीं; आणि प्रवेश होत नाहीं अतएव तें जल पात्र रिकामें होउन जाई तेथवर त्यांतील जल वाहत जाईल.

दुसरी रीति अशी आहे कीं प्रथा त्यां हीं करून वक्रनलिकेस भरावें, आणि तीचे दोहों शेवटांचे भोंकावर अंगुळी देउन जें तोकडें शेवट तें प्रथा ही पात्रांत घालावें, ह्मणजे पूर्वोक्तच व्यापार घडतो.

टांटलसाचे पात्रांत जो पुतळा असतो; त्याचे एक्या पायांचे तळव्यापासून उरापर्यंत नेउन दुसऱ्या पायांचे तळव्यांतून त्या

पात्रा

पात्रा बाहेर निघे इतकें सीफन गुप्तरूपें असतें, सीफनाचें जें शेव ट बाहेर निघालें असतें त्यांतून पात्रांतील पाणी निघून जातें. अ पात्रांत पाणी ओतिलें, ह्मणजे तें जसें जसें पात्र भरत जातें तसें तसें ब सीफनांत चढतें, आणि तें सीफनाचे उंची इतकें पात्रांत पाणी झालें, ह्मणजे त्या पुलव्याचा दुस ऱ्या पायांतून पाणी बाहेर निघूं लाग तें, आणि जसें जसें त्वरेनें पाणी पात्रांत घालावें, तसें तसें त्वरेनें बा हेर निघत जातें, या कारणास्तव सीफनाचे उंची पेक्षां पात्रांत पाणी अधिक होणार नाहीं. ही आकृती पहा.



कृ॰ — मला वाटतें आमचे बागांत जी विहीर आहे, ती तीतळेसा चेच जातीची होय. पूर्वी असें झालें, आह्मास वर्षाचा फार दुष्काळ पडलें असे, तेव्हां आमच्या तीर्थरुपानीं बहुत द्रव्य ख र्चून एक विहीर खोंड खणिली: तेंव्हां काहींसें पाणी लागलें, शे वटास निव्वा एक झरा लागला, तेणें करून तीन काहीं एक काळ पाणी सांचून राहतें, आणि कोणे समयीं ती कोरडी पडते.

गु॰ — त्वां सांगीतली विहीर काहीं टांटलस पात्राचे जातीची नव्हे

तुमचा

तुमच्या बागाचें स्थळ उंच आहे, ह्मणून त्या विहिरीची तशी अवस्था होते.

कृ॰ — ती विहीर तशी कां याचें कारण मला कळलेंसें वाटतें. जलसंचय व्हावयास जितक्या जलनाडी असाव्या, तितक्या पर्वताचा शिखरीं नसतात, ह्मणून त्या शिखराचे ठायीं जलसंचय होणार नाहीं; आणि तो नाहीं, तर झराही असणार नाहीं, तस्मात् अशा ठिकाणीं जर झऱ्याचें प्रयोजन लागलें, तर फार ओंड खणावें लागेल; आणि इतकेंही खणून तो झऱ्याचा नळ काढिला असतां, जलसंचय जितका उंच असेल तितकेंच त्या संचयापासून निघालेल्या झऱ्याचें पाणी वरतें चढेल. आणि हें तरी जल फारच वरतें चढणार नाहीं, कारण तो जलसंचय पर्वताचे शिखरापासून बराच खालीं असतो.

गो॰ — त्या विहिरीच्या कारणाचें त्वांतर स्पष्ट व निर्विवाद व्याख्यान केलें; परंतु तें पदार्थानुभवास विरुद्ध होय. आडोंगरावर आमचा बाग आहे तेथें तर एक मोठें तळें आहे, परंतु तुझ्या मतावरून असें सिद्ध होतें, कीं त्या तळ्याची भरती करावयास तेथें कदापि झरे नसावे. बरें तेंही असो कोयंबातूर देशांत मोठे मोठे उंच पर्वत आहेत, त्यांतील एका पर्वतावर

त्या

म्या एकरमणीय तलाव पाहिलें होतें, हें कसें.

गु० — त्यां सांगीतले पर्वतामध्यें जो केवळ उंच पर्वत आहे, त्यावर जर सरोवर असतें तर मग एक मोठें आश्चर्य होतें. परंतु त्यां सांगीतल्या पर्वतावर सरोवर आहे. ही गोष्ट काहीं आमच्या मनास विरुद्ध नाहीं; कारण त्या पर्वतापेक्षा अति उंच असे पर्वत त्याज भोंवते आहेत. तस्मात् त्या पर्वतावरील सरोवराची भरती करणारजे झरे, ते उंच पर्वतामध्यें झालेला जो जलसंचय त्या पासून उतरत असावे, आणि तुझा डोंगरी भागांत जें तळें आहे त्याचाही असाच प्रकार असावा. तें तळें पावसानें भरत नसल्यास ज्या पासून त्यांतल्यास पाणी येई, असा त्यांतल्याचे आसमंतात् भागीं एक चांगलासा उंच डोंगर अवश्य असावा.

कृ० — आमच्या विहिरींत उंच पाणी कां होत नाहीं, हें मी पुरतेंपणीं समजलों; परंतु तें समयास सकून कां जातें, हें मासे लक्ष्यांत येत नाहीं.

गु० — त्या विहिरींत येणारे पाण्याचें जें स्थान म्हणजे जलसंचय, तो उच्चस्थानी. याकरितां त्या गर्तेमध्यें ही थोडकेंच जल येतें; अशी तिची अवस्था म्हणून मोठें अवर्षण पडलें म्हणजे ती रिकामी होते. आणि पुनः नव्या पावसानें भरे तोंपर्यंत

येत तिजपासून वाहणारा झरा कोरडा पडून जातो. झरे पाउसाळ्यांत मोठया बळाने वाहतात आणि अन्य काळीं केवळ कोरडे होउन जातात, ही कांहीं अपूर्व गोष्ट नाहीं. कितिएक झरे कोण्या एक्या ऋतूच्या ठायीं भरपूर वाहत असतात, मग अकस्मात् बंद होउन दुसऱ्या एक्या ऋतुपर्यंत शुष्क होतात. पुनः पूर्ववत् वाहूं लागतात. असे समयास असणारे झरे सीफनाचे न्यायानें वाहतात. झऱ्यास जा जलसंचयापासून पाणी येतें, तो जलसंचय सीफनें करून जें जलपात्र रिकामें करावयाचें त्याचे स्थानीं मानावा आणि झऱ्याचा मार्ग सीफनाचे स्थानीं मानावा. जा सीफनाचे स्थानीं झऱ्याचें तोकडें शेवट जलसंचयास लागलें असतें आणि त्याचें तोंव शेवट भूमीच्या बाह्यांगास लागलें असतें, जेथून तो झरा वाहतो.

कृ॰ — सीफनाचे स्थानीं मानिलेल्या नळींतील वायु शोषून काढणें, किंवा तिला पाण्यानें भरणें, इत्यादिक व्यापार तर तेथें होउं शकत नाहीं, तेव्हां तिजमध्यें प्रथमतः पाणी कसें चढतें?

गु॰ — त्यां सांगीतले व्यापार त्या नळीचे ठायीं होत नाहीं, म्हणून जलसंचयामध्यें पाणी त्या नळीचे मोठया शेवटा इतकें उंच जेव्हां होतें, तेव्हां तिजमध्यें चढून झऱ्याचा रूपें वाहूं लागतें

गतें, हें वाहणें अथवा ही समतोलनाचेच नियमानें घडतें, परंतु हें सीफनाचे न्यायानें राहतें; कारण झऱ्याचे मार्गाचे लांब शेवटांतील पाणी जलगर्तेतील पाण्याशीं समान झालें असतां, झऱ्याचें वाहणें खुंटावें तर खुंटत नाहीं, झऱ्याची नळी जलगर्तेतील पाण्याशीं जोंपर्यंत लागली असते, तों पर्यंत तें पाणी झऱ्याचे रूपें वाहत असतें. राजापुरांत जी गंगा येत असते, तीचा याच प्रकारचा झरा असावा.

जे झरे निरंतर वाहत नसतात त्यांस कदाचित् झरे म्हणतात, आणि असे झरे उत्पन्न होण्याचें कारण हेंच कीं त्यांच्या जलसंचयांत सर्वकाळ पुरायाजोगें पाणी असत नाहीं. जलगर्ता कोरडी असेना, परंतु तिजमध्यें आच्छिद्रांचा योगानें पाणी येतें, (मग तीं एक किंवा अनेक असोत) तीं जर लहान असलीं. आणि जांतून पाणी बाहेर निघतें, तीं जर मोठीं असलीं तर जलसंचयांत त्यांस पुरायाजोगें पाणी असत नाहीं.

शि॰ — जें पाणी आंत येतें त्याजपेक्षां जर बाहेर अधिक जाऊं लागलें, तर जलसंचय कोणे समयीं निःसंशय रिकामा होत असेल. तथापि तरी झऱ्याच पासून उत्पन्न होतात ना?

गु॰ — होय; जे डोंगरवट देश असतात, जेथें जिकडे तिकडे

झरे

झरे असतात. तेथून बहुधा नद्या उत्पन्न होतात.

गो० — मला तर आपणापासून बोध झाला कीं. जीं जीं स्थानें उंच असतात तेथें झरे थोडके.

गु० — परंतु डोंगरवट देशांत केवळ उंच स्थानें नसतात. जशीं उंच तशीं नीचही असतात. जे जल संचय पर्वताचे पोटांत असतात. ते झऱ्याचा रूपानें त्याच पर्वतांचे उतरणीवर वाहतात. किंवा त्या पर्वतांखालील खोऱ्यांत शाहतात. परंतु पृथ्वीचा अंतप्रदेशांत समान भूमीवर जे जल संचय होतात. त्यांतील जलास पृथ्वीचा बाह्यप्रदेशांत यावयास क्वचित् मार्ग मिळतो. जर कूपादिक खणतां त्या जलास मार्ग मिळाला नाहीं. तर तें आच्छादिलेंच राहतें. झरा एकवेळ पृथ्वीतून बाहेर पडला. म्हणजे तो बाह्यगतीनें वाहूं लागतो. आणि सर्वदा नमती जागा शोधित जातो. कारण जलगर्तेंत जें जल असेल. त्यापेक्षां झऱ्याचानें अधिक उंच उडवत नाहीं.

कृ० — जो जागे भोंवते उंचवटे असतील. त्यांमध्यें जर झरा. किंवा बहुता लहान ओहळ उत्पन्न झाला तर मग कसें होईल.

गु० — तर त्याची गति कुंठित होईल आणि त्याचें जल एकच सांचून जसा पाण्याचा संचय असेल, त्या प्रमाणें डबुरा, तळें, सरोवर. इत्यादि होतील. गनिया म्हणून जो डोहो आहे त्या मधून जी होनना

मक

मक नदी चालली आहे. तिचा योगानेंच तो गनिचा डोह प्रायशः उत्पन्न झालेला असावा: हें कसें म्हणशील तर जेथें तो डोह आहे तर तेथें पूर्वी खोरें होतें आणि जेव्हां त्या नदीचा या खोऱ्यांत प्रवेश झाला. आणि तिचा ओघास या उंच घट्यांचा भोंवता प्रतिबंध घडला. तेव्हां तिचें जल तेथेंच सांचूं लागलें. मग तें जल खोऱ्याचा उंचवट्या इतकें चढलें. त्या वेळेस ती पुढें जाऊं लागली. आणखीही खोऱ्यांतून वाहत चालली आहे. आणि स्थळीं स्थळीं काहीं लहान मोठे डोह करून शेवटीं समुद्रास मिळाली आहे.

कृ० – बरें कारंजी झऱ्याचाच जातीचीं नव्हेत काय?

गु० – त्यांचाच जातीचीं आहेत. कारंजास य नलिकाद्वारा लंबरूपचरतें उडवितां येतें: आणि हें उष्णपुरें आपल्या संचयस्थानातील जलाइतकें उंच उडतें.

गो० – उणें पुरें कां त्या जलाइतकेंच उंच हीं अकृति पहा कां उडत नाहीं?

गु० – हें उडूं लागलें असतां यास वायूचा प्रतिबंध घडतो. आणि हें नळींतून बाहेर पडत असतां तिचें जें याल घर्षण होतें.



प

तेणेकरून त्याची गति मंद होते; ह्मणून हें आपल्या संचयस्था- नांतील जला इतकें उंच उडत नाहीं

शि० — सुळीं कारंजाचे वाटीं पाणी ह्मणून जें द्रव्य आहे. तें असें कीं त्यास अत्यल्प धक्का लागला असतां सरकतें. तशांत तें जा नळींतून उडणार तिला गुळगुळीत केलें असलें. तरीही त्यास घर्षण प्राप्त होईल काय ?

गु० — मागील संवादांत निरूपण झालें कीं. पदार्थांस गुळगु- ळीत केलें असतां त्यांचेठायीं घर्षण उणें होऊं लागेल. परंतु त्याचा केवळ क्षय होणार नाहीं. जशी अप्रवाही पदार्थांपेक्षां प्रवाह्यांस थोडकें घर्षण प्राप्त होतें. तथापि त्यांजवर त्याचें कार्य उत्पन्न व्हावयास राहत नाहीं कारंजीं आपल्या उत्पत्ति स्थानांतील जला इतकीं उंच कां उडत नाहींत यास एक दुसरें कारण असें आहे. कारंजाचे तर अवघे जलकण त्या नळींतून समवेगानेंच बाहेर पडतात. परंतु जे जलकण बाह्यांगीं असता- त. त्यांवर वायूचा दाब पडून त्यांचा वेग उणा होतो. ह्मणून ते स- र्व जलकण खालील कणांवर काहींसे आदळतात. आणि त्या- सच हूंकडे सरकवितात. तेणेंकरून त्या झऱ्याचा धारेचे नानाभा- ग होऊन सरळ जायाची तरती धारा रुंद व तोकडी होऊन जाते.

वायूचे अंगीं स्थितिस्थापक संस्कार आहे. ह्मणून त्याचे

स्थिति

किनिएक धर्म असंकोच्य प्रवाह्यांपेक्षां भिन्न आहेत. याकरि तां आपली जेव्हां दुसरी बैठक होईल. तेव्हा आपण वायूचा यांत्रिक धर्माचें विवेचन करूं.

इति द्वादश संवाद

अथ त्रयोदश संवाद वायूचा यांत्रिक धर्माविषयीं

या संवादांत वायूचे अंगींचा स्थितिस्थापक संस्कार - वायूचा भार - वाताकर्षक यंत्राचें प्रयोगदर्शन - वातमानयंत्र - वायू जोखण्याची रीति - वायूचें विशिष्ट गुरुत्व - बंबशोषकबंब - उत्थालक बंब - इत्यादिकांचें निरूपण केलें आहे.

गु० - आपल्या मागील बैठकीस आपण प्रवाह्यांचा धर्माचें सामान्यतः विवेचन केलें. परंतु जां प्रवाह्यास असंकोच्य प्रवाही म्हणतात. त्यांचें विशेषें करून केलें.

आतां प्रवाह्यांची एक दुसरी जाति राहिली. जीस वाय्वाकार किंवा निपत्ताकार प्रवाही अशी संज्ञा आहे. या जातींमध्यें वायु

मुख्य

मुख्य होय. हा आपण श्वासोच्छ्वास टाकितां नाकांतून आंत बाहेर जात येत असतो. याचें जें पृथ्वीस आवरण आहे, त्यास वातावरण ह्मणतात.

कृ॰ — तेव्हां वातावरणापेक्षां वायूच्या काय आणखी जाति आहेत ?

गु॰ होय नाना जाति आहेत, यांस रसायन शास्त्र दृष्टीनेंमात्र पाहिलें असतां यांचे धर्म भिन्नभिन्न दिसतात; परंतु यंत्रशास्त्र दृष्टीनें विचार केला असतां, समानच आहेत; आतां आपण यांचे यांत्रिक धर्मांचें विवेचन करणार ह्मणून प्रस्तुत यांचे घटनेचा विचार करूं नये, जितक्यां प्रवाह्यांचे अंगीं प्रायशः स्थितिस्थापक संस्कार आहे, त्यांचे यांत्रिक धर्मांचाच एकाग्र चित्तानें विचार करूं.

गो॰ — स्थितिस्थापक संस्कारयुक्त किंवा नियताकार प्रवाही, आणि स्थितिस्थापक संस्कार शून्य किंवा अनियताकार प्रवाही, हा जातिभेद कशामुळें झाला ?

गु॰ — नियताकार प्रवाह्यांचे अवयवांत स्नेहाकर्षकत्व नाहीं; अतएव अग्नीचे प्रसारक शक्तीचा त्या प्रवाह्यांवर व्यापार होऊं लागला, ह्मणजे अग्नीचा प्रसारक शक्तीस गुरुत्वाकर्षकत्वा वांचून दुसऱ्या कोणाचा प्रतिबंध घडत नाहीं; असें आहे याकरितां उष्णतेची किंचित् वृद्धि झाली, ह्मणजे नियताकार प्र-

वाह्यांचा

वाय्यांच्या अत्यंत प्रसर होतो; आणि उष्णता उणी झाली ह्मणजे, तसाच त्यांस संकोच प्राप्त होतो.

वायूस इतर पदार्थांहून भिन्नत्व आलें आहे, याचें मुख्य कारण हेंच. कीं वायूचे अंगीं स्थितिस्थापकत्व किंवा नियताकारत्व आहे, ह्मणजे यांचा ठायीं काहीं अशी शक्ति असते, कीं यांस जसें जसें दाबलें, तसतसा यांचे आकारपरिमाणाचा ऱ्हास होतो. हा स्वभाव अनियताकार पदार्थाचे ठायीं नाहीं, याकरितां यांत आणि वायूंत जातिभेद आला.

कृ० – नियताकारतेवर मागें अपलें बोलणें झालें, त्यावरून मला वाटतें वायूचे नियताकारतेचें पुर्तेपणीं ज्ञान झालें आहे; परंतु त्याचे अंगीं गुरुत्व आहे, असें आपण ह्मणतां, हें माझे लक्ष्यांत येत नाहीं; जर वायू भारी आणि आपल्या भोंवतें त्याचें आवरण आहे, तर त्याचा भार आपल्यास कां जाणवत नाहीं?

गो० – जा वायूचे अवयव परमाणुरूप बारीक, त्यांचा भार आपल्यास गोचर होणें, ही तर अघटीत गोष्ट दिसते; जे अवयव आपल्या दृष्टोत्पत्तीस येऊं नयेत, इतके बारीक. त्यांचा आपणावर भार पडूं नये. इतके ते हलकेही असावे.

गु० – तसें नाहीं बाबा तूं भलतसेंच समजलास; वायु तर प्रत्यक्ष भारी होय. वायूचे अवयव बारीक आहेत खरे, परंतु त्यांचा समुच्चय पहा किती आहे. वायू पृथ्वीपासून ४५ मैल

वर्ता

वर्ती विस्तारला आहे. आणि याचे अंगीं इतकें गुरुत्व असतें कीं (हा जेव्हां अत्यंत भारी होतो तेव्हां) मोठ्या मनुष्यावर सुमारें चाळीस एक हजार मणांचा भार पडतो.

गो॰ — ही तर केवळ असंभाव्य गोष्ट दिसते! इतका जर कोणावर भार पडला, तर त्याचा केवळ चुराडा होईल.

गु॰ — जर शरीरावर वायूचा दाब चहूंकडून सारिखा न पडता तर त्याचे रजरज होउन जातें; परंतु चहूंकडून असून यारीतीनें पडतो, म्हणून हजार मणांहीपेक्षां अधिक भार असला, तथापि मनुष्यास काहीं जाणवणार नाहीं. तटाकादिकांत स्नान करितांना बुडी मारावी, ते समयीं आपणावर वातावरणाचा भार असून त्या जळाचा भार आणि दाब पडतो. तरी आपल्यास जडसें वाटत नाहीं. कारण शरीरास त्या जळाचा दाब चहूंकडून एकसारिखा घडतो; परंतु जर कदाचित् तुझ्या खांद्यावर किंवा एकाद्या अवयवावर एक ४ मण भार असला तर तूं भाराचे वेदनेनें व्याकुळ होशील. आणखी आपल्या शरीरांतही वायू आहे, या वायूचे अंगीं जें स्थितिस्थापकत्व, तेणेंकरून शरीरबाहेरील वायूचें समतोलन होतें. आणि आपणास त्याचा दाब अगोचर होउन जातो.

गो॰ — बरें मज वरील वातावरणाचा भार जर समयास निघाला

तर.

तर, आतांपेक्षां कायमला हलकें वाटेल, आणि माझ्या ठायीं काय अधिक चांचल्य उत्पन्न होईल?

गु॰ — तसेंतर कांहीं होणार नाहीं, परंतु तुजमध्यें जो वायु आहे त्याचे नियता कारत्वास कशाचा प्रतिबंध नाहीं, ह्मणून तो वायु तुझे शरीरास फुगवून शेवटीं फोडून टाकील, आणि तेणेंकरून तूं मरून जाशील.

गो॰ — एकूण माझा चेंदा करून टाकील, ह्मणून जाचें मला भय वाटत होतें असा जो वातावरणाचा भार, तो तर माझे संरक्षणार्थ अवश्य असला पाहिजे.

ह्म॰ — कोणेके मनुष्याचे शरीरास तुंबडी लाविली, तेणेंकरून त्या तुंबडीचे कानपात्राचे पोटीं तत्काळींच शरीरास उंचवटा वाटला, तोमी पाहून विचारूं लागलों, तेव्हां मला कोणी सांगीतलें कीं त्या स्थानींचा वातावरणाचा दाब काढिला ह्मणून तें उत्पन्न झालें; परंतु तो दाब काढिला तेणेंकरून असें कार्य कां उत्पन्न झालें, हें कांहीं माझ्या लक्ष्यांत आलें नव्हतें.

गु॰ — वायूचा भाराचीं, आणि दाबाची, अनेक रमणीय प्रयोगदर्शनें वाताकर्षक यंत्र ह्मणजे वाताभावक यंत्र तद्द्वारा करितां येतात; त्यांतील कितीएक त्वां पाहिलीं आहेत. मागें वाताकर्षक यंत्राचे ठायीं निर्वात पोकळी उत्पन्न झाली, ति

जमध्यें

जमध्यें नाना भारांचे पदार्थ एक्याच समयीं त्या यानाकर्षक यंत्राचेतळीं पडले नाहींत; बरें तसें यातां बरोंत कां पडत नाहींत?

गो० – मला आपण सांगितलें आहे कीं, हलके पदार्थांचा पतनास वायूचा प्रतिबंध होतो, म्हणून ते एकसमयीं भूमीवर पडत नाहींत.

गु० – अर्थात्, त्यांस वायूचा अवष्टंभ मिळतो, आणि तेणेंकरून त्यांच्या पतनास वेळ लागतो, म्हणून ते लग्गे पडत नाहींत, बरें आतां जर वायूचे अंगीं भार नसता तर त्याचा अवष्टंभ इतर पदार्थांस कसा होता, किंवा त्यांचे पतनास तो वेळ कसा लाविता?

आतां मी तुला दुसरा प्रयोग करून दाखवितों, यावरून तुला वायूचा भार आणि नियताकारत्व स्पष्ट कळूं येईल. हें कांचेचें भांडें खालीं आणि वरती हीं उघडें आहे, याजवर एक वपेचा तुकडा बांधितों.

गो० – आपण ती वपा प्रथमतः कां भिजवितां?

गु० – भिजली असतां ती फुगते, आणि वाळली असतां आखुडते, आणि खीही ओली झाली म्हणजे मऊ होऊन चांगली लवते. आणि अशी झाली म्हणजे मला ही या भांड्याशीं चांगली बसवितां येईल. आतां इला वाळायाकरितां शेकाजवळ ठेयावें, केवळच

अचळ ठेऊं नये, नाहींतर एकाएकीं आखडून फाटून जाईल. आतां हें वपेसहित भांडें वाताकर्षक यंत्रावर बसवून यांतील वायु वाताभावक यंत्रद्वारा बाहेर काढ — पहा रे कांहीं आवाज झाला तर भिशील.

कृ० — हातर तोफेसारिखा मोठा आवाज झाला हो! आणि ती वपा फुटून मोकळी झाली, महाराज या प्रयोगांत वायूचा कायसंबंध इतकें कृपा करून सांगावें.

गु० — जेव्हां मी त्या वपेखालचा वायू काढून टाकिला, तेव्हां असें झालें कीं, तिजवरील वातावराचा दाब समतोल करावयास तिजखालीं प्रतिक्रिया नाहींशी झाली, अतएव त्या वपेवरचा वायूनें तिला फोडून टाकिलें असा जसा मी त्या वपेखालचा वायु काढित चाललों तसा तसा तिजवरील वायु तिला पहा कसें खालीं दाबूं लागला, आणि जेंव्हां तिचा खालीं निर्वात पोकळी उत्पन्न झाली, तेणेकरून तो सबळ दाब तिचानें सहन होईना, असें झालें तेव्हां तुला ऐकूं येई अशा मोठ्या तडाख्यानें ती फुटून गेली.

पदार्थावरील वायूचा दाब काढिला असतां त्याजमधील वायूस प्रसरण प्राप्त होतें, आणि हें प्रसरण जेणेकरून प्रतिपादलें जाईल, असा आतां तुल्यास एक प्रयोग दाखवितों;

या

या द्राक्षांत किंवा भांड्यांत वायु नाहीं असें तुला वाटत असेल, आतां मी यांस या भांड्यांत घालितों, आणि या भांड्यांतील वायु काढिला म्हणजे हें कसें होतें पहा.

गो० — हः हः काय तरी चमत्कार हा! हें तर केवळ पिकल्या फळासारिखें झालें, आणि असें तुगतें झाडावरून काढलेंसें दिसतें.

गु० — आतां मी हा वायु या भांड्यांत पुनः घालितों, आणि तें फळ पहा पहिल्याच्या सारिखें सुकून जात आहे — यावरील वातांघराचा दाब काढिला, तेणेंकरून याजमधील वायूनें पसरून यास फुगवून टाकिलें, परंतु तो वायु आजवर सोडितांच याजमधील वायूचें प्रसरण आटोपून कुंठित होऊन गेलें, आणि याणें आपली पूर्वींची स्थिति धारण केली.

ही वपा केवळ मऊ आहे, आणि इजमध्यें वायु नाहींसा दिसतो. इच्या योगानें मागील प्रयोगाप्रमाणें तुला ही प्रयोग करितां येईल; इजमध्यें जो कांहीं वायु असेल, तो बाहेर न पडावा म्हणून आतांच मी इचें तोंड बांधितों, आणि इला भांड्यांत घालितों. आतां पहा हें भांडें मी जसें रिकामें करीत जातों, तसतसी ही फुगत जाते, इला बांधिली इजमध्यें जो कांहीं वायूचा अंश राहिला होता, तो केवळ पातळ होऊन पसरूं लागला म्हणून

न

न ही फुगत चालली; पुनः भांड्यांत वायु सोडून देतांच इजमधील वायु संकुचित होऊन इजमधील लहान अवकाशांत दडून जातो.

कृ० — हे तर प्रयोग अति रमणीय, आणि वायूचे अंगीं भार वनियताकारत्व आहे या विषयींही गमक होत; आतां या वायूचे दाबांत किती भार असतो हें मला यथास्थित समजून घ्यावेंसें वाटतें.

गु० — ओवाणांवरा इतका उंच, आणि ज्याचा पाया एक चौरस इंच अशा एक्या वायूच्या स्तंभाचा भार वायु अत्यंत भारी असल्यास १५* पौंड असतो, याकरितां आपल्या शरीरावर एक एक चौरस इंचाचे स्थानी पंधरापंधरा पौंड वायूचा भार पडतो जर तुला अवघ्या यातांवराचा भार आणावयाचा असला तर या भुगोलाचीं जितकीं चौरस इंचें असतील, तितक्यांस पंधरानीं गुणावें, ह्मणजे सहजांत कळेल.

कृ० — परंतु वायूच्या थोडक्याशा अंशाचा भार समजायास कांहीं एक दुसरी युक्ति नाहीं काय?

गु० — होय दुसरी एक अत्यंत सोपी आहे, पहा मी या कुपीतला वायु वाताकर्षकयंत्राच्या योगानें काढून टाकितों; आणि ही रिकामी झाली, अर्थात् इच्या दाबीं निर्वात पोकळी उत्पन्न

* मुंबईचे तीन सेर इतके प्रायशः २ पौंड असतात.

झाली, ह्मणजे गमनास प्रतिबंधक जें यंत्र, तें इचा तोंडास बसवि-
तों, येणेंकरून इजमधील निर्वात पोकळी तशीचीतशीच राहि-
ली. आतां इला नाजक्याचा एक्या पारड्यांत घालून तोलूं,
ह्मणजे इचा भार जितका असेल, तितकाच कळूं येईल. पहा
आतां इचा भार बराबर ४ तोळे झाला – परंतु तें प्रतिबंध-
क यंत्र फिरवून इजमध्यें वायु घेतांच इनें पारडें नमून गे-
लें.

गो० – इजमध्यें वायु नव्हता तेव्हांचा जो इचा भार, त्यापेक्षां इ-
जमध्यें वायु घेतांच इचा भार अधिक झाला खरा, तेव्हां इनें जें
पारडें नमलें होतें तें समतोल करावयास बरोबरीचा पारड्यांत
जो भार घालावा लागला, तितका या कुपीमधील वायूचा भा-
र होय.

गु० – समतोलन करावयास जो भार घातला तो उणापुरा
दोन* ग्रेन होय, आणि या कुपीचें अवघें महत्त्व सहा घन इं-
च आहे, तस्मात् ६ घन इंच वायु येथें उष्णता आहे इत-
की असल्यास उणे पुरे २ दोन ग्रेन भारी आहे.

गो० – वायूचे भाराचा निर्धार करितांना त्या जागेचा उष्ण
तेनें नाम कां घेतलें ?

---

* सातग्रेन मिळून प्रायशः एक तोळा होतो

गु० - उष्णतेचें नाम अशा करितां घेतलें कीं, ती वायूच्या अंगीं पातळपणा आणून त्यास हलका करिते, ह्मणून जो वायु तोलावयाचा तो जितका उष्ण तितका तो हलका उतरतो.

आतां तुला वायूचें विशिष्ट गुरुत्व आणावयाची इच्छा असली तर आपण वायूनें भरलेली कुपीच पाण्यानें भरूं, ह्मणजे वायु इतकाच जलाचा भार सांपडेल — त्या जलाचा भार तर १५१५ पंधराशें पंधरा ग्रेन झाला; हा भार वायूच्या भाराशीं मिळवून पाहिला असतां, वायूचे भारापेक्षां जलाचा भार ८०० पट अधिक आहे.

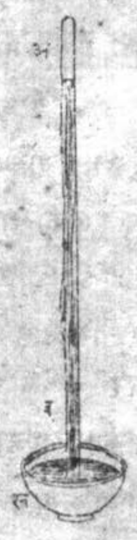
वायूचा भार पहाण्याची मी एक दुसरी युक्ति दाखवितों, अशी कीं जेणेंकरून तुह्मास आनंद होईल; बरें तुह्मास वातमान ठाउकें आहे काय ?

गो० - वातमान ह्मणून एक यंत्र आहे, ज्याचेठायीं पाऱ्यानें भरलेली एक कांचेची नळी असते ती हवेचा शुष्कत्वादि अवस्था दाखविते, परंतु कशा दाखविते हें माझ्यानें सांगवत नाही.

गु० - ती वातांबराचे भाराचा निर्धार करिते, तेणेंकरून दाखवितें: वातमानयंत्राची रचना अत्यंत सुगम होय; त्याचा तुह्मास बोध व्हावा ह्मणून तें कसें करितात, हें तुह्मास

दाखवितों

दाखवितों; ही आकृती पहा ही अ ब कांचेची नळी तीन फूट लांब आणि एके शेवटा-स उघडी आहे, इला प्रथम-तः पाण्यानें भरितों, आणि इ-चें उघडें शेवट आंगठीनें बं-द करून तें स पाण्यानें थोडके-शी भरलेल्या पात्रांत घालितों ह्मणजे काय होईल तें पहा.



कृ॰ — या नळींतील कांहींसा पारा पात्रांत पडला; परंतु अ-वघा कां पडला नाहीं, पात्रांती-ल पाण्याचे बरोबरीस नळींतील पाण्यानें न उतरावें, हें तर प्रपा-ही समतोलनाच्या नियमास विरुद्ध होय.

गु॰ — नळींतून जितका पारा पात्रांत पडला, तितकी नळीचा वरलेकडेस केवळ रिकामी जागा झाली, या जागेंत वायूचा प्रवेश होई शकत नाहीं, ह्मणून इजमध्यें केवळ निर्वात पो-कळी आहे; आणि निर्वात पोकळी अतएव नळीमधील पा-रा वातावरणाचे दाबापासून मोकळा झाला, परंतु तो दाब

पचा

पात्रामधील पाऱ्यावर तसाच राहिला आहे; ह्मणून नळींतील पारा उतरत नाहीं.

गो॰— हः हः आतां माझे लक्ष्यांत आलें; वायूचा दाब पात्रांतील पाऱ्यावर पडून त्यास नळींत चढवितो, आणि तेथें त्याजवर किंचिन्मात्रहि भार पडत नाहीं ह्मणून तो खालीं उतरत नाही.

कृ॰— किंबहुना तो दाब त्या पाऱ्यास नळींत उचलून धरितो, आणि त्यास पडूं देत नाहीं.

गु॰— तुझे आणि गोपाळाचे बोलण्याचा भाव एकच; जी शक्ति पाऱ्यास निर्वात पोकळींत उचलून धरणारी ती. त्यास निर्वात पोकळी असल्यास वरतेंही चढवील.

सारांश पाऱ्याचें आणि वायूचें समतोलन व्हावें. ह्मणून पाऱ्याचे समतोलनास वैषम्य आलें.

गो॰— परंतु हें साधें यंत्र असतां, याजपासून एवढें मोठें काम घडावें. असा संभवही होत नाहीं.

गु॰— वायूचें भारमान काढण्याविषयीं आवश्यक जीं साहित्यें तीं या यंत्रांत आहेत, याची नळी आणि पात्र कोणेके स्थानीं चांगल्या प्रकारें टांगून ठेविलीं पाहिजेत, ह्मणून यांस फळीवर बसवितात; आणि नळींतील पारा किती उंच चढतो, असा नि-

र्धार

धार करायास, त्या फळीस एकदोन अशा समानांतर रेषा पाडितात, जी खालीं वर सरकवितां येई, अशी एक पितळेची पट्टी त्या नळीवर बसवितात, तेणेंकरून त्या पाऱ्याची उंची केवळ याथातथ्यानें कळूं येते.

कृ० – बरें वातावरणाचा भार पाऱ्यास किती उंच उचलून धरितो?

गु० – उणेपुरें २८ अठावीस इंच आणि हें तुला या वातमानावरून कळूं येईल; पाऱ्याचे उंचीची क्षयवृद्धि ह्मणशील तर वातावरणाच्या भाराधीन आहे, वातावरणाचा भार हवेस अनुलक्षून अधिक उणा होत असतो. पात्रामधील पाऱ्यावर वायूचा भार जसा जसा पडतो, तसा तसा नळीमध्यें पारा चढतो, बरें हवेस आर्द्रत्व असतां वायु गुरुतर असतो, किंवा शुष्कत्व असतां असतो. हें आतां तुझानें सांगवेल ना?

गो० – हें सांगावयास कांहींमात्र विचार नलगे, जेव्हां हवा आर्द्र असते. तेव्हां वायु गुरुतर असतो. आणि त्या समयीं शरीरास जडता येते, परंतु शुष्क होतांच मला माझें शरीर फुलासारिखें हलकें. आणि भ्रमरासारिखें चपळ वाटतें.

गु० – अरे गोपाळा त्वां उत्तर द्यावयास कांहींसा जरी विचार केला असतास. तर तुला वास्तविक कळलें असतें, कीं हवा शुष्क असतां वायु अत्यंत भारी असतो. कां ह्मणशील तर, त्यासमयीं

पारा

पारा नळामध्यें विशेष चढतो, आणि विशेष चढतो अतएव पात्रामधील पारा वायूकरून अत्यंत दाबत असावा, हवेची शुष्कता आणि स्वच्छता, अमुकअमुक असा निर्धार वातमानामधील पाऱ्याचे उंचीवरून होतो.

गो० – तर मग हवा आर्द्र असतां शरीरीं जडतां कांयेते ?

गु० – जेव्हां वायु आर्द्र होतो, तेव्हां चांगलेंसें स्फुरण पडत नाहीं. ह्मणून शरीरीं जडता आणवते. वायूस अशी अवस्था प्राप्त झाली ह्मणजे फुफ्फुसांतून चांगला श्वासोच्छ्वास होत नाहीं: आणि शरीरांतील रक्ताचा चांगला संचार होत नाहीं, तेणेंकरून लहानलहान जा शरीरांतील धमनी, त्यांमधील व्यापारास प्रतिबंध पडतो, आणि त्यामुळें पडसें, खोकला, दम, हिमज्वर, इत्यादिक रोग उत्पन्न होतात.

कृ० – वातावरणाचें दार्ढ्य उत्तरोत्तर उणें होत गेलें आहे, तस्मात् खालचे तळापेक्षां पर्वत शिखरादिरूप उच्चस्थानीं वायु पातळ असावा. बरें असा जो वायूचेठायीं भेद आहे, हा कायवातमानानें कळू येतो ?

गु० – येतो यांत संशय काय, आतां या देशीं तादृश उच्चस्थानें नाहींत. ह्मणून तो भेद किंचिन्मात्र दृष्टीस पडतो; तथापि या यंत्राचेठायीं अशी रचना आहे कीं, थोरथोर पर्वतांची उंची,

तसेंच

तसेंच वायुयंत्राचें उर्ध्वगमन, या यंत्राचे योगानें याथातथ्यानें कळूं येतें.

कृ० – बरें पर्वतशिखरादि उच्चस्थानावर गेलें असतां, तेथील वायूच्या पातळपण्यापासून कांहीं आपल्यास कांहीं अडचण प्राप्त होते काय ?

गु० – होय नियमेंकरून होते, पातळ वायु श्वासोच्छ्वास करावयास कोणे समयीं पुरतेपणीं पुरत नाहीं. म्हणून श्रम होतात, आणि आपल्या शरीरामधील जो दृढ वायु त्याचे ठायीं प्रसरण उत्पन्न होतें. तेणेंकरून अंगास वेदना होतात, कांकीं तें वायूचें प्रसरण होऊं लागलें म्हणजें शरीर फुगवितें, आणि नाका कानाच्या सूक्ष्म रक्तवाहिनी त्या कोणे समयीं फुटूं लागतात; आणखी वातावरण पाहिलें असतां पारदर्शक, परंतु त्याचा खालील भाग. वाफा आणि पृथ्वीपासून उडालेले नाना प्रकारचे पदार्थांश. याहीं संकीर्ण झालेला असतो, त्याचें आपल्यास आवरण असतें, तेंणेंकरून सूर्यकिरणाच्या आणि शीततेच्या जो उत्कर्ष यांचा आपल्यास बाध होत नाहीं, जेथें तसें आच्छादन नाहीं. अशा पर्वतशिखरादि उच्चस्थानीं गेलों, म्हणजे आपणास विशेष उष्ण आणि शीत लागतें.

गो० – बरें महाराज उष्णतामानयंत्र काय वातमानाचेच त्याये

करून

करून केलें असेल ?

गु० – याचा त्याचा कांहीं संबंध नाहीं. या यंत्रांत जें कांहीं प्रवाही द्रव्य असतें, त्यास चढ आणि उतार उष्णतेचा प्रसारकशक्तीनें. आणि शीततेचे संकोचनानें, प्राप्त होतो; वायूशीं याचा स्पर्श होत नाहीं, ह्मणून या यंत्ररचनेचें व्याख्यान जो प्रस्तुत विषय निघाला आहे, तत्प्रतिपादनाचे उपयोगी पडणार नाहीं.

कृ० – मीतर असा विचार करितों आहें कीं, जापेक्षां वातावरणाचे भारानें वातमानाचे तळींचे पाऱ्यास उचलून धरिलें, त्यापेक्षां भारानें त्याचरीतीनें कोणतेही प्रवाही द्रव्याचा स्तंभाकृतीस उचलून धरावें.

गु० – होय निश्चय धरावें आणखी सर्व प्रवाह्यांपेक्षां पारा भारी आहे, ह्मणून वातावरण इतर प्रवाह्यांला पाऱ्यापेक्षां अधिक ही उचलून धरील, आणि असें एक्याच प्रवाह्याचेठायीं दार्ढ्य जितकें विशेष, तितकीच दुसऱ्याचे अंगीं उंची विशेष असली. ह्मणजे त्यां उभयतांचें समतोलन होतें; यास उदाहरण. ज्यांचें आकारपरिमाण एकएक घनफूट, असे दोन प्रवाही पदार्थ आहेत, आणि त्यांतून एकाचा भार १६ शेर, आणि दुसऱ्याचा आठ शेर आहे, तर १६ शेर भाराचा जो प्रवाही, याची १० फूट जी उंच स्तंभाकृति ती, ८ शेर भाराचे प्रवाह्याचे

२० फूट उंचस्तंभास तोलून धरील. आपल्या दिसण्यांत असें येतें वातावरणाचे अंगीं इतका भार आहे, कीं ती पाण्याचे वरील अंगापासून. त्याची स्कमारें ३२ फूट उंच जी स्तंभाकृति. तिला उचलून धरितो.

गो० — तेव्हां ३२ फूट उंच जो पाण्याचा समुच्चय, त्याचा भार इतका वातावरणाचा भार आहे.

गु० — आहे यांत संशय काय. वातावरणाची जितकी उंची आहे, तितके उंचीची जर एक वायूची स्तंभाकृति असली, आणि त्या आकृतीचाओ परिधि त्याच परिधीची जर ३२ फूट उंच पाण्याची स्तंभाकृति असली, आणि २८ इंचा इतकी पाऱ्याची उंची असली, तर यांचा भार समान असतो.

सामान्यतः बंबाचाओ व्यापार घडणें तो अशा संधानें करून घडतो किं, बंबात चढणारे जलावर जो वातावरणाचा दाब असतो. तो बंब चालू करून कादिला ह्मणजे त्यामध्यें जल चढतें.

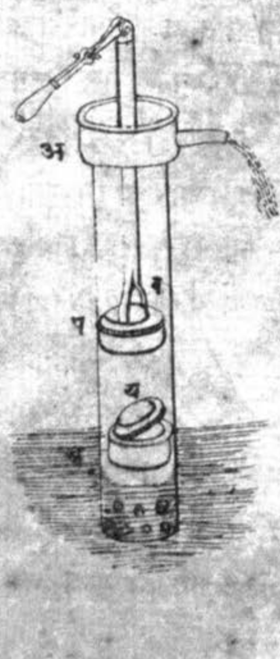
बंबाचा ठायीं एक धात्वादिकांची सिलींड्रुरूप मोठी नळी असते, आणि जें पाणी चढवावयाचें असतें, त्यामध्यें तिचें एक शेवट घालितात, या नळीस चांगला बसे असा एक दट्टा असतो, त्या दट्ट्याचे मध्यभागीं एक धातुमय दंड बसविला असतो, जेणेंकरून तो दट्टा त्या बंबामध्यें वरखालीं नेतां आणि

तां

तां येतो.

कृ० - पिचकारीचा दांड्यानेंहा पाणी आंत घेऊन बाहेर उडवि-
तां येतें, तस्मात् बंब पिचकारी सारिखा तर नव्हे ?

गु० - तो तिचाच सारिखा आहे; परंतु इतकेंच कीं बंबाचा जा द्वारानें पाणी आंत येतें. त्याच द्वारानें बाहेर उडवीत नाहीं, झरा किंवा विहीर यांतून पाणी काढायास बंब केला आहे, याकरितां बंबाची नळी पाण्यावर लंबरूप ठेवितात, आणि तें पाणी तिचा खालील छि-द्रांतून शिरून तिचा मस्त-कीं जी आडवी तोटी असते, तींतून बाहेर निघतें तस्मा-त् बंब पिचकारी सारिखें के-वळ साधें यंत्र नव्हे. या आ-कृतींत त्याचे नाना अवयव काढले आहेत, अ ब ही बं-बाची नळी पहा दट्टा दांड्या-सहित यास पिस्तन ह्मणता-त, यांत ह्या दट्ट्यास एक ल-हानसें द्वार आहे, हें उघडें



होऊन

होऊन पाण्यास वरतें जावयास आपल्यामधून चढूं देतें, आणि आपल्या भारानें बंद होऊन पाण्यास खालीं उतरूं देत नाहीं, यहेंही एक त्याचा द्वारासारिखें बंबाचा खालील भागीं द्वार आहे.

जेव्हां बंबाचेठायीं कांहीं व्यापार होत नाहीं, तेव्हां तीं दोन द्वारें आपल्या भारानें बंद होऊन राहतात, परंतु बंबाचा दांड्यास खालतें ओढलें ह्मणजे दट्टा उचलतो, तेणेंकरून त्याजवर जो कांहीं वायु राहिला असतो, तोही उचलला जातो; आणि दट्टा व खालील य द्वार, यांजमध्यें निर्वात पोकळी उत्पन्न होते; इतकें होतांच य द्वारखालील वायू जो पाण्याशीं केवळ मिळालेला असतो, त्याचा प्रसर होऊन त्या य द्वारांतून वरता निघतो, येणेंकरून बंबात येणाऱ्या पाण्यावरील वायूचा दाब नाहींसा होऊन तें पाणी बंबांत चढतें, आणि बंबाचा हात्यास धरून बंब चालू केला ह्मणजे अवघे बंबामध्यें जो कांहीं वायु असतो तो अगदीं बाहेर पडतो, आणि तो बंब पाण्यानें भरतो मग तें पाणी दोहों द्वारांतून निघून तोटींतून बाहेर पडतें.

गो ० – मजला तर याचा पूर्ण बोध झाला; दट्टा वरता उचलिला ह्मणजे जा कारणें करून नालमानात पाणी चढतो.

त्याचं

त्याच कारणेंकरून वायु आणि पाणीहीं बंबांत चरतात.

कृ० – माझ्या मतें तर कमळाचे देंठास तोंड लावून असें पाणी ओढून घेतों, तसेंच पाणी बंबांत ओढलें जात असेल.

गु० – बंबांत पाणी तसेंच ओढलें जातें. ओढणें किंबहुना शोषणें, त्या व्यापाराचा अर्थ हाच कीं, प्रवाह्याचे एक्या भागावर निर्वातपणा उत्पन्न करणें, जेणेंकरून प्रवाह्याचे दुसऱ्या भागावर जो वातावरणाचा भार असतो, त्याचे दाबानें निर्वात स्थानाखालील प्रवाही द्रव्य, त्या निर्वात पोकळींत उचललें जातें. आतां कमलिनीची देंठी तोंडास लावून पाणी कसें ओढितात म्हणशील, तर तोंडातील वायु गिळून दम बंद केला असतां तोंडांत निर्वातपणा उत्पन्न होतो, मग त्या तोंडास व पाण्यास लागलेल्या कमळाचे देंठींतील वायु तोंडात चढूं लागतो, त्या वायूच्या मागें पाणीही चढतें, तस्मात् या नळींत आणि बंबांत पोकळी उत्पन्न करण्याची रीतिमात्र वेगळी आहे. बंबाचे पिस्तन व द्वारें यांहींकरून जें कार्य घडतें, तेंच तोंडानें पाणी ओढितां सुखानें अवयव व्यापारेंकरून घडतें.

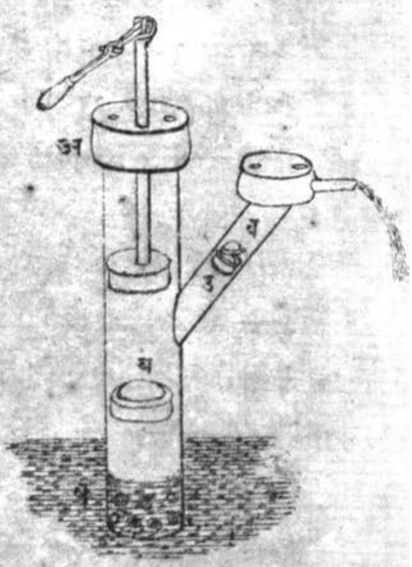
कृ०

कृ० — पाण्याचा स्तंभ ३२ फुटींपेक्षां उंच असल्यास वातावरणाच्या दाबानें संभाळलेला जात नाहीं, त्यापेक्षां बंब पाण्याला ३२ फुटींपेक्षां उंच उडवूं शकणार नाहीं.

गु० — असें नव्हे बाबा, वातावरणाचे दाबानें पाण्याचा स्तंभ ३२ फुटींपेक्षां उंच संभाळला जात नाही खरें, परंतु बंब इत्यादि साधनेंकरून ३२ फुटींपेक्षां उंच उडवावयास अशक्य नव्हे, कारण एकवेळ पाणी बंबाचे द्वारांत शिरलें ह्मणजे तें बाह्यजलावर वायूचा दाब पडतो. तेणेंकरून बंबांत चढलें जात नाहीं, तर असें पोहऱ्यानें पाणी ओढावें, तसें त्या शिरलेल्या पाण्यास ओढलें असतां चढतें; एथें बंबाच्यावरील भाग पोहऱ्याचें अंग, आणि दट्टा तळ जाणावें. आतां इतकेंच कीं विहिरींतील पाण्याच्या मस्तकापासून बंबाचे दट्ट्यामधील द्वार ३२ फूट उंचीवर नसावें. असलें तर तें द्वार उघडून त्यांतून पाणी वरतें चढणार नाहीं. पाणी तोंडानें ओढणें, आणि हातानें काढणें, ह्या दोन कर्मांच्या संधानानें सामान्यतः बंबयंत्र उत्पन्न केलें आहे. यास्तव यास शोषक उच्चालक बंब ह्मणतात. आतां एक दुसऱ्या जातीचा बंब आहे, ज्यास संकोचक बंब ह्मणतात; या बंबाचेठायीं शोषक.

षक शक्ति असते, आणि संकोचक शक्तिही असते, याचे ठायीं ज्या संकोचक शक्तीचा प्रयोग केला असतो, तिजपासून व्यापार घडणें. तो केवळ पिचकारीचा संधानानें घडतो; या बंबाच्या दट्टा उचलिला असतां पाणी बंबांत येतें, आणि तो दट्टा पुनः दाबला ह्मणजे तें पाणी संकोचन पावून बाहेर उडतें.

गो० – अहो बंबाचेंतर वरल्या भागांतून पाणी उडावें; आणि आपण सांगतां किं दट्टा खालीं दाबला असतां पाणी बाहेर उडतें हें कसें ?



गु० – या तुझे संशयास ही पुढली आकृति दूर करील अब ही मोठी नळी बंबाचा शोषक अवयव होय, या बंबाचे पिस्तनाचे दट्टयास द्वार नाहीं ह्मणून मात्र या बंबांत आणि उत्क्षालक बंबांत भेद आहे; आणि याच कारणास्तच दट्टयाचे वर पाणी

चढत नाहीं असें आहे याकरितां, त्या दट्ट्यास खालीं दाबलें ह्मणजे त्या वेगानें द्वार बंद होतें, आणि दट्ट्या आणि प द्वार यामध्यें जें पाणी राहतें तें दट्ट्यानें दाबलें ह्मणजे त्यास खालींवर वाट मिळेनाशी झाली. ह्मणजे तें ड नळींत शिरतें: या नळीसही एक व द्वार आहे, तें पाण्याचा वेगें करून उघडें होऊन त्यास आपले मधून बाहेर आऊं देतें, परंतु खालीं उतरूं देत नाहीं.

या प्रमाणें पिस्तनास वरतें ओढून खालतें दाबलें असतां पाणी बंबांत चढून नळींत शिरतें, मग बंबानें हा त्यास धरून दट्ट्यास कांहींसें खालींवर केलें ह्मणजे ती नळी पाण्यानें भरून तोंडांतून पाण्यास बाहेर टाकितें,

आतां हा संवाद समाप्त करावा. मग आपल्या दुसऱ्या बैठकीस मी तुह्मास चलित वायूचें आणि शब्दाचें वर्णन करीन, इतकें झालें असतां नियतकार पदार्थांविषयीं जें आपलें बोलणें व्हावयाचें, तें समाप्त होईल.

गो० — यरेंतर मी मुंबयीस जाईन, तेव्हां तेथील गोदींत जो मोठा बंब वाफेंकरून चलित होत असतो. तो पाहीन. आतां मला बंबाची रचना कळूं आली खरी.

गु० — आणि तो बंब संकोचक किंवा उच्चालक आहे, असें

तुला

तुला माझे जवळ सांगतां येईल किं नाहीं तें पहा.

इति त्रयोदशसंवादः

अथ चतुर्दश संवाद

चलित वायु. आणि शद्ब. यांविषयीं

यासंवादांत सामान्य चलित वायु-नित्य चलित वायु — कादाचित्क चलित वायु — चलित वायूची भरती ओहोट — सामान्य शद्ब — सनाद पदार्थ — वाद्यध्वनि — स्वर साम्य — माधुर्य इत्यादि विषयांचें वर्णन केलें आहे.

गु० — कांगोपाळा मुंबयीचा गोदींत कोणत्या प्रकारचा बंब आहे, याचा तां निश्चय केलास काय?

गो० — मला वाटतें तोउद्बालक बंब असावा कारण त्याचे पिष्टनाचे योगानें पाणी उचलतें. आणि वरतें येऊन वाहतें; याजवरून असें कळून येतें कीं सें पाणी दट्टयाचे द्वारांतून पार व्हावें.

गु० — तूं जें बोलिलास हें खरें आहे. चलित वायूचे जातीचें कोहींसें निरूपण तुला प्रात पुढल्या संवादांत करीन, असें मीं बोलिलों

बोलिलों होतों. याकरितां आतां तें निरूपण करितों. चलित वायु ह्मणून कांहीं इतर पदार्थ नव्हे. आद्र्व्याचें वातावरण झालें आहे, तेंच द्रव्य कांहीं कारणामुळें प्रवाहरूपता पावलें, ह्मणजे त्यास चलित वायु किंवा वारा ह्मणतात. ती प्रवाहरूपता उत्पन्न होण्यास अनेक रसायनादि योग आहेत, परंतु सामान्यतः पाहिलें असतां वातावरणांतील उष्णतेचें एकदेशीजें वैषम्य, तें कारण होय. वातावरणाच्या इतर भागापेक्षां एकाद्या भागांत विशेष उष्णता झाली, ह्मणजे तेथील वायु पातळ होउन जातो; तेव्हां वातावरणाचे भागांचें समतोलन नाहींसें झालें तेणेंकरून वायु उडतो. असें होतांच तें रिकामें झालेलें स्थळ. पूर्ववत् भरून टाकावें, ह्मणून आसमंतात् भागींचा जो वायु, त्याचे ठायीं अवश्य चलन उत्पन्न होतें. आचलनामुळें त्या रिकामे झालेल्या स्थळीं सर्व दिशांहून वायु येतो. त्या स्थळाचे उत्तरे कडेस जे राहतात, त्यांस उत्तर वारा लागतो. जे दक्षिणे कडेस राहतात, त्यांस दक्षण वारा लागतो; असेंच इतर दिशांकडे राहणारांस घडतें; बरें ही गोष्ट तुझे लक्ष्यांत आलीना?

गो० – पुरेंपणीं आली. बरें पण जेथें चहूंकडील वारा एकमेकांशीं संयुक्त होऊन जातो त्या स्थळीं राहणार लोकांस वारा कोण

त्या

त्या प्रकारें लागतो?

गु०— त्यास हवेचा क्षोभ होउन घुगी शावटळी, तुफान, पाउस विद्युत्पात, मेघ गर्जना, इत्यादि विकार अनुभवास येतात. असा हवेचा क्षोभ उष्णखंडाच्या ठायीं नित्यशः उत्पन्न होत असतो, कारण तेथें उष्णता इतर खंडांपेक्षां विशेष, तेथील वायु इतर खंडांतील वाऱ्या पेक्षां प्रसरणशील झाला ह्मणजे हलका होतो. आणि हलका अतएव चढूं लागतो. आणि हा चढूं लागला ह्मणजे ध्रुवदेशांतील वारा निरंतर याकडे वाहत असतो, तेणेंकरून वायूचें समतोलन असेंचें तसेंच राहतें.

गो०— आपण सांगतां या प्रकारें वारा वाहूं लागला असतां, उत्तरार्ध गोलांत राहणारां कडेस उत्तर वारा, आणि दक्षिणार्ध गोलांत राहणारां कडेस दक्षिण वारा, समान आणि निरंतर वाहत असेल, आणि जेथें यां वाऱ्यांची संमुख संमुख भेट होते, असें जें समरेषागतस्थान, तेथें निरंतर तुफान होत असेल?

गु०— उत्तर वारा आणि दक्षिण वारा, हे सम्मुख संमुख भेटत नाहींत, हे आपला मुळींचा रोंख पालटून एकमेकास भेटतात; कां ह्मणशील तर पृथ्वीची दैनंदिन गति होत अ-

सतां तिचासमागमें वातावरणही असतें. अतएव तें वातावरण समरेषेस असें असें जवळ असतें, तसें तसें अधिक वेगानें पृथ्वीसमागमें फिरतें. अशा रीतीनें वातावरण फिरत असतां, समरेषागत वातावरणाचें समतोलन व्हावें, याकरितां उत्तरे कडून किंवा दक्षिणे कडून वारा सुटतो. त्या वाऱ्यास समरेषागत वायूचे वेगा इतका वेग असत नाहीं. म्हणून त्याचानें पृथ्वी बरोबर धांववत नाहीं. ती विशेष वेगानें त्यामध्यें चालत असती; आणि पृथ्वी वायूंतून या प्रकारें पश्चिमे कडून पूर्वेकडेस गमन करिते, येणेंकरून समरेषेवर पूर्वेकडील वारा सारखा वाहतो.

गो॰ — पण महाराज आपण या नाना वाऱ्यांची परस्पर कशी व्यवस्था कराल. प्रथमतः आपण मला समजाविलें कीं, उत्तर वारा आणि दक्षिण वारा, यांचें समरेषेजवळ निरंतर घर्षण होत असतें, तेणेंकरून तुफान होतें, आणि झंझा मारुत सुटतो; परंतु आतां तरी आपल्या मुखापासून असें ऐकतों कीं वारा समान गतीनें वाहतो. असें होत असल्यास, हवा प्रकृतिस्थ असावी.

हि॰ — महाराज मला समजलेंसें वाटतें. अहो उत्तरे कडील वारा आणि दक्षिणे कडील वारा हे पूर्वेकडील वाऱ्याशीं स

मरेषेजवळ

मरेषेजवळ मिळून, यांजपासून नियमित देशांचा वारा करत असतो नाहीं बरें ?

गु० – होय. तां सांगितलें तसेंच होतें. उत्तरे कडील वारा, आणि पूर्वे कडील वारा यांचा संयोग होऊन ईशान्येकडील वारा, निरंतर उत्पन्न होतो. आणि पूर्वेकडील वारा, आणि दक्षिणे कडील वारा, यांचा संयोगेंकरून समान आग्नेयीकडील वारा उत्पन्न होतो. हे वारे समरेषेचा दोनही कडेस, समरेषेपासून, तीस तीस अंशांवर वाहत असतात; या प्रदेशाचे पलीकडेस जे जे देश, त्यांस वेगळाले वारे लागतात.

गो० – बरें पण महाराज जर वारा ध्रुव देशांपासून उष्ण खंडाकडेस निरंतर वहात असला, तर तो जेथून वहात असेल, तेथें कमी पडावा.

गु० – मध्यरेषेचे अवळचा पातळ वायु ओविस्तृत होऊन वातावरणाचा वरील भागांत चढतो आणि शेवटीं समरेषे पासून पुनः वाहतो. तेणेंकरून तेथें वायूचें समतोलन घडतें. याप्रमाणें जर वायु जेथील तेथें जात नसता, तर त्या त्या स्थळीं वातावरण रिकामें होऊन जातें, कारण त्या वातावरणाचे खालील भागापासून वायूचा ओघ समरेषे कडेस निरंतर वाहत असतो.

नेकां

गो० — तेव्हां वातावरणाच्या ठायीं कांहींसा परिभ्रमणा सारिखा व्यापार घडतो. कां तर त्यांचा खालील भागाचा वायु मध्यरेषे कडेस वाहतो. आणि वरील भागाचा वारा मध्यरेषेपासून परततो.

गु० — होय असाच व्यापार घडतो. या व्यापाराचें उदाहरण मी तुला अल्प मानानें दाखवितों. आपले वाडींत वखार आहे, ती दोन प्रहरां नंतर फार संतप्त होते, तिजमधील वायु बाह्य वायू पेक्षां पातळ होतो, ह्मणून बाह्य वायूचा प्रवाह खिडक्या, द्वारें, यांचे छिद्रांतून त्या वखारींत येऊन, वायूचें समतोलन करितो; परंतु त्या वखारी मध्यें जो सदार्द्र वायु शिरतो, त्यास इजमध्यें जागा व्हावी, ह्मणून इजमध्यें जो वायु भरला असतो, त्यास बाहेर पडावें लागतें. जर या वखारीचा द्वारास फट राही. असें कपाड लाविलें, आणि याचे फटीचा वरिल्या कडेस दिवा धरिला, तर त्या दिव्याचे ज्योतीचा झोंक बाहेर पडेल; तेव्हां यावरून असें सिद्ध होतें कीं, द्वाराचे फटीचा वरील भागांतून वायूचा प्रवाह बाहेर निघतो. — आतां तोच दिवा त्या द्वारा जवळ भूमीवर ठेव, ह्मणजे त्याचे ज्योतीचा झोंक वखारीचे आंतील अंगा कडेस दिसेल, आणि यावरून तुला कळून येईल कीं, बाह्य वायूचा प्रवाह वखारींत शिरतो.

होय

गो०— होय महाराज आपण सांगतां तसाच व्यापार घडतो. द्वाराचे खालील भागांतून जो शीतळ भारी असा वायु वखारींत शिरतो त्यास जागा व्हावी, ह्मणून द्वाराचा वरत्या भागांतून श्वास बाहेर पडतो. आणि तोउष्ण आणि हलका आहे.

कृ०— मुसमांचा पालट झाला, ह्मणजे शुष्क वारा सुटतो, असें म्या ऐकिलें आहे; तर मुसम ह्मणून काय आहे, मुसम नियमित देशींचा वारा नाहीं काय ?

गु०— मुसम ह्मणजे कादाचित्क वारे. यांस असें ह्मणण्याचें कारण काय ह्मणशील, तर ते प्रति अर्धवर्षी आपले गतीचा रोंख पालटीत असतात. ते आपले गतीचा रोंख पालटितात यास कारण हेंच कीं, पृथ्वीची वार्षिक गति सूर्या भोंवती होत असतां, सूर्याकडेस सहामास तिचा उत्तर ध्रुव झाला असतो, आणि सहामास दक्षिण ध्रुव झाला असतो. उत्तरार्ध गोलाचे ठायीं उष्ण काळ होतो. तेसमयीं आरबस्थान, इराण, हिंदुस्थान, आणि चीनदेश. हे फार संतप्त होतात, आणि यांजपासून पुष्कळसे सूर्य किरण वातावरणांत परावृत्त होतात, तेणेंकरून वातावरण फार पातळ होते, आणि असें पातळ होतें. अतएव वायूंचा समतो

लनास

लनास वैषम्य येतें. हें समतोलन असेंचें नसेंच व्हावें. ह्मणून समरेषागत जे दक्षिण प्रदेश, आणखी उत्तरेकडील ओशान प्रदेश, तेथें जो शीतल वायु असतो. त्याचे ठायीं उत्तरभागांकडेस धावयास अवश्य गति उत्पन्न होते समरेषागत प्रदेशांपासून जो वायुप्रवाह होतो, तेणेंकरून सर्वसमुद्रांवर वर्षाचे प्रथम सहामास उदमी वारा ह्मणजे नियमित वारा वाहत असतो. हे समुद्र पुर्वोक्त देशांचा नम झालेला जो प्रदेश. आणि समरेषा यांचा मध्यभागीं असतात आणि दक्षिणार्धगोलाचे ठायीं उष्णकाल झाला, आणि मकराद्य वृत्ताकडील महासमुद्र प्रदेश उष्णतेस पावेल, व त्या देशांतील वायु पातळ झाला, ह्मणजे मध्यरेषेचा जवळील वारा आपल्या गतीचा रोंख पालटितो. आणि केवळ उलट्या रोंखानें वाहूं लागतो.

गो० — हें मुस्कमाचें व्याख्यान तर केवळ मनोरमणीय बरेंपण मुस्कमाचा पालट, या शब्दाचा अर्थ काय होतो.

गु० — मुस्कमाचा किंवा कादाचित्क वाऱ्याचा पालट ह्मणजे त्यानें पुर्वील रोंखापासून पराङ्मुख होऊन वाहणें. कादाचित्क वारे आपले गतीचा रोंख एकाएकींच पालटीत नाहीं; सूर्य एके गोलार्धापासून दुसरे गोलार्धावर जसें गमन करितो त्या

प्रमाणें

माणें ते वारे आपल्ये गतीचा रोंख हळू हळू पालटितात, असा त्यांचे रोंखांचा पालट होतो, त्यासमयीं तुफान, झंझावात, सुटतात आणि समरात्रिं दिवकाळीं इतकें भय प्राहोतेंकीं. जांसमुद्रांवरील हवा क्षुब्ध होते, त्यांवरून जहाजें फिरळा जातात.

हू०- उष्णखंडांत जेवारे वाहतात, त्यांचातर मला पुर्तेपणीं बोध झालासा वाटतो; परंतु शीतोष्ण समखंडांत जे नाना प्रकारचे वारे सुटतात, यांचें कारण कोणतें, आपण जो वायुधर्म विचार सांगितला, त्यावरूनतर असें सिद्ध होतेंकिं शीतोष्ण समखंडांत मात्र उत्तर वारा, आणि दक्षिण वारा सुटावा.

गु०- उष्ण खंडावरील वातावरणाचा भाग मोठा असून, निरंतर चलनयुक्त असतो, अतएव त्याभागाचे चलनेंकरून आसमंतात् भागांतील दूर दूरचे वायूसही चलन प्राप्त होतें. आणखी वायूचा धर्म असा आहे कीं त्यास किंचित् कशाचा स्पर्श झाला, म्हणजे त्याचे अंगीं चलन उत्पन्न होतें, म्हणून देश, पर्वत, खोरीं, आणि कित्येक अन्य उपाधि, यांची जशी जशी स्थिती असेल, तसें तसें, सर्व देशांतील वायूचे ठायीं न्यूनाधिक चलन उत्पन्न होईल. आणि याजवरून

न

न तुझे लक्ष्यांत सहज येईल कीं, प्रत्येक देशांचे ठायीं, नाना प्रकारचे वारे रूढावे.

शरत्कालीं दोनप्रहरीं समुद्राजवळचा भूप्रदेश तप्त होतो, आणि आकाशापासून जे सूर्यकिरण वातावरणांत परावर्तन पावतात, तेणेंकरून वायूचे समतोलनास वैषम्य येतें. तें दूर करावयास दोन प्रहरानंतर समुद्राचे किनारीं, स्वल्प वारा त्या भूप्रदेशाकडेस प्रायशः रूढत असतो; आणि संध्याकाळाचा योगेंकरून तो भूप्रदेश थंड झाला, आणि वायूस दार्ढ्य आलें, म्हणजे रात्रीचे समयीं समुद्राकडेस वारा वाहूं लागतो.

शि०- चंद्रसूर्याचें आकर्षण जसें जलावर घडतें तसें तदंतर्गत जो वायु, त्याजवर घडत नाहीं काय?

गु०- त्याजवरही घडतें; परंतु जलापेक्षां वायूचा ठायीं दार्ढ्य अति अल्प, अतएव जलाचे भरती ओहटीची, वायूचे भरती ओहटीसीं बरोबरी करूं गेलों असतां, तीं आपले दृष्टोत्पत्तीस ही येणार नाहीं.

शब्दाला वायूचें निरंतर साहचर्य आहे, अतएव मी आतां शब्द स्वरूपाचें वर्णन करितों

वायूचे दीर्घ विस्तीर्ण चलना पासून जीं कार्यें उत्पन्न होतात.

तात. त्यांचा आपण येथवर विचार केला; परंतु वायूचा अंगीं हें एकच चलन नाहीं, दुसऱ्या एके प्रकारचें चलन उत्पन्न होतें, जें त्वरित आंदोलन कंपन एतद्रुप होय, आणि याचा योगानें जो वायु कंपित होतो, तो कर्णांत शिरून तेथें चर्म वाद्याचे परि जी रचना आहे, त्याजवर बसला म्हणजे शब्द उत्पन्न होतो.

गो० – अन्यथाही पदार्थांपासून शब्द उत्पन्न होत नाहीं काय? नाहीं म्हणावें, तर जीव जंतू शब्द करितात. घंटा सारंगी इत्यादि वाद्यें वाजतात. आणि इतर अवघे अन्यथाही पदार्थ होत. वायु रुदून जो त्यापासून शब्द होतो. हा मात्र भला ठायका आहे, याजहून इतर कोणता शब्द होत असला तर होऊ.

गु० – शब्द म्हणशील तर वायूचे कंपनरूप चलनापासूनच होतो. तांजे घंटादि तनादि पदार्थ सांगितलें, ते त्या वायूचे अंगीं कंपन आणण्या विषयीं साधन मात्र आहेत.

गो० – असें कांहो म्हणतां, हीं म्या घंटा वाजवून इजपासून जो शब्द झाला, तो काय इजपासून नव्हे. वायु पासून झाला काय?

गु० – वायु आणि घंटा या दोहोंपासून तो शब्द झाला, परंतु

सूक्ष्म

सूक्ष्म विचारानें पाहिलें असतां असें आहे कीं, वायूचें कंपनरूप चलन श्रोत्रेंद्रिय संबंधी जे ज्ञान तंतू आहेत, त्यांशीं लागलें असतां अंतःकरणांत जो आकार विशेष उठतो, तो शब्द होय; तस्मात् वायु आणि त्याचे ठायीं कंपनरूप चलन उत्पन्न करणारे जे सनाद पदार्थ, तेच शब्दाचीं साधनें होत. शब्द पाहिला असतां, श्रोत्रेन्द्रिया पासून उत्पन्न होतो; कारण या इंद्रियाचा जेथें अभाव, तेथें शब्दाची उत्पत्ति नाहीं.

छ०- हातर सिद्धांत निर्विवाद दिसत नाहीं, जो जन्मापासून बहिरा आहे, त्यास शब्दाचें ज्ञान नसो, कारण तो शब्द ऐकतच नाहीं; परंतु याजवरून कांहीं शब्दाचा अभाव सिद्ध होत नाहीं, जे बहिरे नाहींत ते तर शब्दाची स्थिती स्पष्ट सांगून देतील.

गु०- जोस श्रोत्रेन्द्रिय आहे, त्यांस शब्द गोचर आहे, याविषयीं मी कांहीं वाद सांगत नाहीं. माझें ह्मणणें हेंच कीं, शब्दाची स्थिति सनाद पदार्थांचे ठायीं नाहीं, आणखी वायूचाही ठायीं नाहीं; परंतु सनाद पदार्थांहीं करून वायूचे ठायीं उत्पन्न झालेलें जें कंपनरूप चलन, तें ज्याचे श्रोत्रेंद्रियास लागतें, त्याचे अंतःकरणांत शब्दाची स्थिति

आहे.

आतां शब्द सनाद पदार्थापासून उत्पन्न होत नाहीं. त्याचे उत्पत्तीस वाय्वादिकांचें कारण अवश्य लागतें, असेंमी तुझे मनांत बिंबवून देतों. तूं असें कर वाताभावक यंत्राचे योगानें, त्या या भांड्यांतील वायु काढिला, म्हणजे यामध्यें जी घंटा घातली आहे ती वाजवून पहा.

गो॰– हः हः हः हा किती चमत्कार सांगावा त्या तर ही घंटा अत्यंत बळानें हालविली, तथापि तिजपासून कांहींच शब्द झाला नाहीं.

गु॰– त्या भांड्यांतील वायु काढिला. तेणेंकरून बाह्य वायूचा आणि घंटेचा संबंध तुटोन गेला, तेणेंकरून घंटेचें चलन वायूचा अंगीं येईना असें झालें, आतां वायु चलित झाला नाहीं. मग शब्द कोठून उत्पन्न होईल.

गो॰– ती घंटा ज्या कांचेचा भांड्यांत घातली आहे. म्हणून तिचा शब्द बाहेर पडण्यास त्या भांड्याचा तर प्रतिबंध होत नाहीं की?

गु॰– होत आहे किंवा नाहीं हें तुला सहजांत कळेल. त्या भांड्यांत पुर्ववत् वायु सोडून पुनः घंटा हालवून पहा.

द्रा.

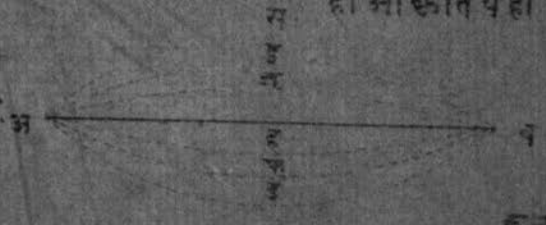
गो॰— तें भांडें प्रतिबंधक नव्हे खरें. भांड्यांत वायु सोडून देतांच बाहेरील घंटा जितकी मोठ्यानें वाजते तितकीच ही पुरी वाजूं लागली; यावरून शब्दउत्पन्न होण्यास वायूचें प्रयोजन लागतें. याविषयीं आतां मी निःसंशय झालों.

गु॰— शब्दोत्पत्तीस वायूचेंच प्रयोजन लागतें असें नाहीं. इतकेंच कीं वायु हा शब्दाचा केवळ सामान्य व्यंजक होय. शब्दोत्पत्तीस वायूच पाहिजे असें जर ह्मणावें, तर असा वायु सनाद पदार्थाचें कंपनरूप चलन श्रोत्रेंद्रियाप्रत आणितो, तसें इतरही प्रवाही आणितात; कारण जळांत असलें तथापि शब्द ऐकूं येतो. आणखी अप्रवाही पदार्थही शब्दाचे व्यंजक होत. कसें ह्मणशील तर तुला एक्या साधारण प्रयोगानें दाखवून देतों. ही लोखंडाची पहार ४५ शेर भारी आहे इला रुमाली बांधितों असी कीं रुमालीचे दोन्ही शेवट करे रहात. आतां ते दोन शेवट धरून त्याप हारेस उचल आणि ते तुकडे नूं आपल्या दोहों कानांस लाव:— आतां मी त्या पहारेवर किल्लीचा टोला मारितों. ह्मणजे ती रुमाली त्या शब्दास तुझ्या कानाप्रत आणील.

ल, आणि तेणेंकरून तूं आणशील कीं वायूचे अभावीं रून-
ळी हिंच कोणीं शब्द व्यंजक होय.

गो०- आपण ह्मणता यांत संशय किमपि नाहीं. त्याशब्दें
करून तर माझें डोकें भणाणून गेलें. बरें महाराज सनाद
पदार्थ कशास ह्मणतात. सर्व पदार्थ तर सनादच दिस-
तात. कारण त्यांपासून जें वायूचे ठायीं चलन उत्पन्न
होतें. तेणें करून सर्व पदार्थांचे ठायीं शब्द उत्पन्न हो-
तो.

गु०- घंटा ढोल, तंतुवाद्यांच्या तारा, करणा, आदिकरून
मुखवाद्यें इत्यादिकांस सनाद पदार्थ ह्मणतात. हा सना
दता पदार्थांचे अंगींचा जो स्थिति स्थापक संस्कार. त्या
चे आश्रयानें असतें; पदार्थावर आघात झाला असतां
तो आपला पूर्व आकारच धारण करितो. असें नाहीं. तर
त्याचे अंगींचें जें आघातजन्य चलन, तेणेंकरून त्याचे
ठायीं चालकत्व उत्पन्न होउन जिकडून प्रहार बसला अ
सेल. तिकडून आं



ही आकृति पहा
ढोलना सारिखा
पलीकडेस उडतो.
अब शेवटांहीं क
रून

रून ताणलेला तंतू अरं स कडेस ओढून सोडून दिला, तर तो केवळ पूर्ववत् राहील असें नाही, तर तसाच पुढें ड कडेस जाईल. हें त्याचें प्रथम आंदोलन होय. याचे अंतीं तो इ कडेस आढुन पुनः मागें फ कडेस येई. इतका त्यास वेग असतो; यास्तव ळीं आला. ह्मणजे त्याचें दुसरें आंदोलन पुरें होतें: मग तिसऱ्या आंदोलनास अ पासून ह कडेस येतो. याप्रमाणें वायूचे प्रतिबंधें करून त्याचा वेग नाहींसा होई तों पर्यंत मागें पुढें चलन पावत असतो.

स्थिर पाण्यांत दगड टाकिला असतां, त्याचे ठायीं जसें चलन उत्पन्न होतें, तद्वत् सनाद पदार्थाचा आंदोलनानें सभोंवताजो वायु असतो, त्याचे अंगीं कंपनरूप चलन उत्पन्न होतें. पाण्यामध्ये ज्या स्थानीं दगड पडतो, त्या स्थाना भोंवती प्रथमतः लहान चक्राकार लाट उठते, हीलाट आपल्या सभोंवत्या पाण्याशीं लागून आपणा सारिख्या लाटा करीत करीत दूर जाते. याचप्रमाणें सनाद पदार्थाचें चलन वायूस लागून वायूचे ठायीं लाटा उठतात. वायूचे अंगीं स्थिति स्थापकत्व संस्कार आहे, अतएव जलाचेच लाटां सारिख्या वायुचा लाटा उठत नाहींत, यांचे अंगीं आंदोलन उठतें, आणि सनाद पदार्थाचे चलना सारिखीं मागें पुढें

दें ज्ञात येत असतात. जलाच्या लाटा वरील तळा
वर मात्र उठतात, आणि वायूच्या लाटा गोलाकार म्हणजे
सर्वत्र सारिख्या उठतात, कारण वायु खालता वरता चहूंकडे
स सारिखा भरलेला आहे

कृ०- वायु जसा पुढें चालतो तसाच तो मागें चालत असला,
तर त्याचे गतीनें शब्दास दूर कसें नेववेल.

गु०- सनाद पदार्थावर आघात घडतांच, तो पदार्थ आ-
पल्या सभोंवत्या वायूस धक्का मारून त्याचे ठायीं गोला
कार लाटांचा समुदाय उठवितो. हा लाटांचा समुदाय
आपल्या जवळच्या वायूस धक्का मारितो, तेणेंकरून दुस
रा लाटांचा समुदाय उठतो. तो धक्याच्या योगानें पुढें जातां
जातां, पहिल्या लाटांचे समुदायावर आपले प्रतिक्रिये
चे योगानें त्यास मागें हटवितो. आतां हा दुसरा लाटेचा स
मुदाय आपल्या जवळचा वायूस धक्का मारितो. आणि त्या
ची याजवर प्रतिक्रिया घडली. म्हणजे हाही मागें हटला जा
तो. याप्रमाणें जशा जलामध्यें अनुक्रमानें लाटा उठतात.
तशाच वायूमध्यें क्रमेंकरून उठतात.

गो०- जलाच्या चक्राकार लाटांपेक्षा शब्दानें उठविलेल्या वा
यूच्या लाटा फार दूर जात असाव्या कारण शब्द आप-

णास

णास फार दुरून ऐकूं येतो?

गु०- वायूचे अंगीं स्थिति स्थापक संस्कार आहे, ह्मणून त्याच्या लाटा इतक्या दूर जातात. तोफेच्या शब्दानें वायूचे ठायीं ज्या लाटा उठतात, त्या कितीएक कोस आसमंतात् दूर जात असतात.

छा०- दूर ठिकाणीं उठलेल्या शब्दास आपल्या कानीं पडावयास कांहीं काळ लागतो; कारण रंजकेचा पेटा बरोबर आवाज उत्पन्न होत असतो, पेट आपल्या दृष्टीस पडतो आणि त्याचे कितिएक काळानंतर शब्द ऐकूं येतो.

गु०- तोफेचा पेटासरसें वायूचा ठायीं चलन उत्पन्न होत असतें खरें, तथापि त्याचलनाचा प्रसर व्हावयास कांहीं काळ लागत असतो. एक्या सेकंदांत शब्द १४२ फुटी दूर जाई, इतका त्याचा वेग असतो.

गो०- हः हः कितीतरी त्वरेनें वायूचें आंदोलन आपल्या कानास लागतें हो. बरें पण शब्दास वायु चालवितो, तस्मात् वाऱ्याचा वेगानें शब्दाचा वेग अधिक उणा होत असावा. आपल्या कडेस वारा वाहत असतां त्याचे योगानें तोफेचा शब्द जसा लवकर ऐकूं येतो, तसा इत

र

र वाऱ्यानें येत नाहीं

गु०- वारा आपल्या कडेस वाहत नसला, म्हणून शब्दाचे वेगांत कांहीं फार अंतर पडत नाहीं. वारा जर शब्दाचे तोंडींचा असला, तर इतकेंच होतें कीं शब्द जनित जा वायूच्या लाटा, त्यांतील किती एकांचा वेग उणा होउन शब्द हळू ऐकूं येतो. वारा कोणी कडूनही वाहत असला, तथापि शब्दास कानी पडावयास जो काळ लागतो, त्यांत फारसें अंतर पडणार नाहीं. ज्या पदार्था पासून शब्द झाला, तो इतका दूर आहे असा निर्धार या शब्दाच्या समान वेगावरून करितां येतो. आणि याच प्रमाणें समुद्रावरील जाहाजा मध्यें तोफेचा पेट, किंवा आभाळामध्यें वीज दृष्टीस पडली असतां; जाहाज, आभाळहीं. किती दूर आहेत. असें सांगतां येईल. असें कीं वीज पाहिल्या नंतर जर अर्धे मिन्युटानें गर्जना ऐकिली, तर आभाळ ६॥ साडे सहा मैल दूर आहे. असा निश्चय करावा.

शि०- बरें महाराज प्रतिशब्द कसा उत्पन्न होतो.

गु०-वायूच्या आंदोलनें करून शब्द उत्पन्न होतो, त्याच आंदोलनास कठीण, व समान वाह्यांगाच्या भिंती. शिला, इत्यादि पदार्थांच्या प्रतिबंध होऊन कानाकडेस फिरवितो.

तो, ह्मणजे तेंच आंदोलन त्याशद्बास पुनः उठवून प्रतिशद्ब उत्पन्न करितें, आणि हें आंदोलन जेथून परावृत्त होतें तेथून शद्ब उमटल्यासारिसतो, प्रतिबंधक पदार्थाशीं जर आंदोलन लंबरूप रेघेनें थडकलें, तर हें त्याच रेघेनें परावर्तन पावून प्रतिशद्बास ऐकवितें. जर हें तिर्कस रेघेनें थडकलें तर तो शद्ब तिर्कस रेघेनें पलीकडेस जातो, कारण पतन कोणा इतका परावर्तन कोण आहे.

गो०- अरे कृष्णा मजपेक्षां तुला प्रतिशद्ब कालचे दिवशीं स्पष्ट ऐकूं आला, याचें कारण आतां समजलें आपण त्या देवळाचे मागें संमुखा संमुख हाकेवर उभें राहून म्या हाक मारिली, तेणेंकरून माझा शद्ब किंवा शद्बजनित वायूचें आंदोलन, हें त्या देवळाचे भींतीवर तिर्कस रेघेनें थडकलें. आणि त्याच रेघेनें परावर्तन पावून तुजकडेस गेलें.

कृ०- खरें खरें गोपाळा; आणखी देवळाचा संमुख तोंड फिरवून शद्ब केला असतां, ज्याचा तोच ऐकतो, हें जें आपल्या अनुभवास येत असे याचें तरी कारण हेंच कीं, तें वायूचें आंदोलन भिंतीवर लंबरेघेनें थडकून, त्याच

रेघेनें

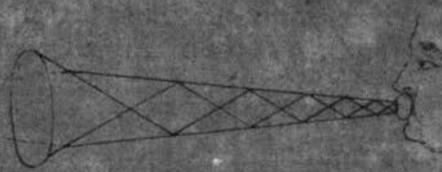
रेषेनें परावर्तन पावतें.

गो०- जेव्हां मी जलमार्गानें मुंबयीस येत होतों, तेव्हां तेथ
त्या बंदरांत एक जहाज होतें. त्यामधील एके साहेबा-
नें कर्ण्या सारिखें वाद्य घेऊन तेथील जे खलाशी लोक
डोलावर होते. त्यांस तेणेंकरून कांहीं हुकुम केला तें का-
य साधन असावें.

गु०- त्या साधनोस बोलावयाचा कर्णा ह्मणतात. तेणेंक-
रून बोललें असतां दूरचा मनुष्यास चांगलें ऐकूं येतें.
तें शब्द परावर्तनाच्या आश्रयानें उत्पन्न झालें आहेत.
याअमध्यें जो शब्द बोलावा, त्याचा तत्क्षणींच उघ-
ड्या वायूंत प्रसार होत नाहीं. तो कर्ण्यांतच अडखळून
राहतो. मग त्या आंदोलनें उठतात. तीं कर्ण्याचे आंतल्या
अंगाशीं थडकतात. आणि त्यांचा पतन जन्य कोणा इत-
का परावर्तन कोण होई, इतकीं तीं परावर्तन पावतात.
आणि कर्ण्याचे बाहेर पडलीं, ह्मणजे त्यांचा जोरांत अ-
सेल. त्याप्रमाणें कांहींशी पुढें जाऊन सर्व फोकस्या म-
ध्यें, ह्मणजे एके स्थानीं मिळतात; त्या स्थानीं किंवा त्याचे
जवळ जर कान लाविला तर अत्यंत मोठ्यानें शब्द ऐ-
कूं येतो. यापुढील आकृतीवरून कर्ण्याचे शब्दोत्पत्तीचा

स्पष्ट

स्पष्ट बोध होईल. जी रेषा बिंदूची आहे, ती परावर्तन पावलेलें आंदोलन दाखवितें; आणि जी बिंदूची नाहीं ती पतन पावलेले आंदोलनास दाखविते; आणि हीं आवघीं आंदोलनें फ फोकसांत मिळालीं आहेत.

फ 

जे कोणी कांहींसे बहिरे असतात, ते चांगलें ऐकायास यावें, म्हणून आपल्या कानास शृंगाकार धातुमय साधनें लावितात. असा बोलावयाचे कर्ण्यामधून शब्द बाहेर न पडतां फोकसांत जमतो. तसाच त्यां साधनाचे ठायीं व्यापार घडतो, इतकेंच कीं यांत मध्यें कर्ण्यासारिखा लहान द्वारानें शब्दाचा प्रवेश होत नाहीं. मोठ्या द्वारें होतो; अतएव तो शब्द फार अडखळत नाहीं. आणखी फार वृद्धिंगत ही होत नाहीं.

६० - यांच कर्ण्याच्या न्यायें करून काय वाजवावयाचे कर्ण्यांचे ठायीं शब्द उत्पन्न होतो.

नाहीं

गु०– नाहीं. वाजवावयाचें कर्ण पाहिले असतां स्वतः सनाद पदार्थ होत; त्यांस फुंकिलें असतां त्यांचे ठायीं आंदोलन उत्पन्न होतें. आणि तेणेंकरून तसेंच आंदोलन वायूचे ठायीं होतें. असा व्यापार घडला म्हणजे शब्द उत्पन्न होत असतो. बोलावयाचे कर्ण ज्या नियमानें घडले आहेत. त्या नियमानें वाजवावयाचे कर्ण केले असतां त्याचा हा शब्द वृद्धिंगत होईल.

मी आतां तुम्हाप्रत वाद्यनादाचे स्वरूपाचें संक्षेपें करून निरूपण करितों. वाद्यांची तर तुम्हाला फार आवड आहे तस्मात् हा विषय तुम्हास मनोरम वाटेल.

जर सनाद पदार्थावर आघात घडला असाकीं, त्याचे ठायीं समकाल आंदोलनें उत्पन्न होत जातील, तर तशींच आंदोलनें वायूचें ठायीं उत्पन्न होतील, आणि तीं ज्या प्रकारें उत्पन्न झाली. त्याच प्रकारें कर्णामध्यें जी चर्म वायाची रचना आहे. तिजवर आदळून श्रोत्रेंद्रियास चेतवून आपल्या अंतःकरणीं शब्द ज्ञान उठवितील; अर्थात् आपणास वाद्या पासून नाद ऐकूं येईल.

परंतु

परंतु सनाद पदार्थापासून समकालाचीं आंदोलनें जर उत्पन्न होत गेलीं, तर त्याप्रमाणें वायूचाही ठायीं समकाल आंदोलनें होणार नाहींत. त्यांचा संकर होऊन जाईल; ह्मणजे एक आंदोलन उत्पन्न होऊन समाप्त झालें नाहीं, इतक्यांतच दुसरें उत्पन्न होईल, आणि पहिलें पुरतेपणीं मागें फिरलें नाहीं, इतक्यांत त्याशीं लागून त्यास वैषम्य आणील, येणेंकरून कर्कश आणि डोकें उठवी असा मिश्रनाद उठेल, ज्यास विषमनाद ह्मणतात.

छा०- हीं आंदोलनें क्रमेंकरून उत्पन्न होत नाहींत, एकांत एक मिळून जातात, अतएव यांजपासून विषमनाद उत्पन्न होतो, परंतु हींच आंदोलनें समान कालानें उत्पन्न होत गेलीं, तर यांजपासूनही वायूचे ठायीं समनाद उत्पन्न होईल ना?

गु०- होईल यांत संशय काय. सनाद पदार्थ जितका त्वरेनें आंदोलन पावतो, तितका तसा त्याजपासून उच्चनाद उठतो.

गो०- परंतु जर विण्याची एकादी तार त्वरेंकरून, किंवा विसावा घेऊन दहावेळ वाजविली, तथापि ति

चा

चा नादांत किंवा स्वरांत किमपि अंतर पडत नाहीं

गु॰– जर ती तार एकसारिखी चढली असली तर तिजपासून समान काळ राहत अशीं सर्व आंदोलनें उत्पन्न होत जातील, आणि तेणेंकरून नादांत अंतर पडणार नाहीं. आंदोलनाचा ठायीं मंदता किंवा त्वरा असली तर तेणेंकरून एकट्या स्वरांत न्यूनाधिक भाव होतो, परंतु असे सूर एकामागें एक स्फुटून जे नाना प्रकारचे नाद उठतात तेथें कांहीं मंदता त्वरा प्रयुक्त न्यूनाधिक भाव नाहीं, जर तार त्वरें करून वाजवीत गेलें; तर तिजपासून नाद बहुतदां उठत जाईल, परंतु अशा वाजविण्यानें त्या तारेचा आंदोलनाचा वेग वृद्धिंगत होणार नाही. अतएव नादही मोठा उठणार नाहीं. तारांची जशीं जशी लांबी व जाडी किंवा जसा जसा भार आणि तंगपणा. तितका तितका काळ त्याचें आंदोलन राहतें. अर्थात् नाद तितके वेळ राहतो: याजकरितां खरजाची तार कांहींशी लांब जाड व ढील असते: आणखी निषादाची तार कांहींशी तोकडी बारीक आणि तंग आवळेली असते.

गो॰– तेव्हां तंतुवाद्याच्या तारा एकापेक्षां एक जर लांब किं

वा

वा बारीक असल्या, तर त्याप्रमाणें त्याचें आंदोलन एकापे
क्षां एक अधिक काल राहतें, अतएव त्यांचा स्वरांत गांभी
र्य किंवा उच्चता उत्पन्न होते.

गु०- होय, सारमंडलादिक वाद्यांचा ठायीं ज्या नाना स्वरां-
च्या तारा, त्यांत कितीएक अशा असतात कीं, जांस ए-
क्याच समयीं वाजविलें असतां, कानास गोड लागे अ
सा त्यांजपासून नाद उठतो, ज्यास स्वरसाम्य ह्मणतात.
कितीएक समआंदोलनें समकालानें कानाशीं लाग-
तील, अशीं सनाद पदार्थांपासून उत्पन्न झालीं ह्मणजे
हें स्वरसाम्य उत्पन्न होतें: तस्मात् दोहों तारींचें आंदो
लन समकाल राहीलें, तर त्यादोहोंपासून एकच स्वर उ
त्पन्न होईल आणि असें झालें ह्मणजे त्यातारांस स्वरै-
क्य प्राप्त होतें.

कु०- सारंगीचा स्वराशीं मी आपला विणा मिळवूं लागलों
ह्मणजे मला तारा ढील असल्यास आंवळाव्या कां ला
गतात व फार उंच वाजत असल्यास ढील कां कराव्या
लागतात, याचें आतां मला कारण समजूं लागलें!
याचें कारण हेंच कीं, सारंगीचा तारांचें जितक्या काला
त आंदोलन घडतें, तितक्याच काळांत विण्याचा ता-

रांचें

रांचें आंदोलन घडावें, म्हणून त्याचढयाव्या उतराव्या लागतात.

गु० – स्वरैक्य स्वरसाम्य आहेरवरें, परंतु स्वरसाम्य स्वरैक्य नाहीं; कारण जर भिन्न जातीचे दोन सूर असले, तथापि त्यांचे ठायीं प्रसंगी स्वरसाम्य उत्पन्न होतें, परंतु स्वरैक्य उत्पन्न होत नाहीं. एके तारेचें किंवा एकाद्या सुखवाद्याचें एक आंदोलन जितक्या काळांत होई, इतक्यांत जर दुसऱ्यांचीं दोन आंदोलनें घडलीं तर पहिल्याचें एक आंदोलन जितक्या कालांत कानाशीं लागे इतक्यांत दुसऱ्याचें दुसरें आंदोलन उत्पन्न होउन कानाशीं लागेल; यावरून पहिल्याचा आणि दुसऱ्याचा आंदोलनाची बरोबरी होऊन खरजाचें आणि निषादाचें स्वरैक्य होईल.

जर एकतार दोन वेळ आंदोलन पावली, व एकतीन वेळ पावली, तर पहिलीचें जें तिसरें आंदोलन होतें, तें दुसरीचे चौथे आंदोलनाशीं बरोबरी होईल, आणि तेणेंकरून जें स्वर साम्य उत्पन्न होईल, त्यास पांचवा स्वर म्हणावें

जर एकतार तीन वेळां आंदोलन पावली, आणि दु

सरी

सरी चारवेळ पावली, किंवा एक पांचवेळ आणि एक सहावेळ पावली, तरी ही त्यांजपासून स्वरसाम्य उत्पन्न होईल.

कितीएक दुसरे सूर आहेत ते जर एकदांच ऐकिले तर त्यांजपासून स्वरवैषम्य उत्पन्न होतें परंतु जर ते क्रमें करून वाजविले तर त्यांजपासून मनोरम माधुर्य उत्पन्न होतें.

स्वरसाम्य आणि स्वरैक्य याचे अनुरोधानें गान विद्या झाली आहे.

गो॰- महाराज हा विषय तर गूढ आहे. मला तर गायन ऐकावयास जशी गोडी आहे, तशी याचें विवरण श्रवण करावयाची नाहीं.

गु॰- तर बाबा आतां हा विषय ठेऊन दुसरे बैठकीस मी दर्शनानुशासन काढीन, त्यामध्यें दर्शन, प्रकाश, रंग इत्यादिकांचें मनोरम वर्णन केलें आहे

इति चतुर्दश

संवाद

अथपंचदशसंवाद

दर्शनानुशासनाविषयीं

यासंवादांत स्वप्रकाश पदार्थ, परप्रकाश पदार्थ आणि पारदर्शक पदार्थ—प्रकाशप्रसरण—छाया—प्रकाश परावर्तन—परावृत्त प्रकाशाचे योगानें परप्रकाश पदार्थाचें दर्शन—दर्शनव्याख्यान—कामिरा आब्स्क्यूरा यंत्र—नेत्रांतर पटलावर पदार्थाचें प्रतिबिंब इत्यादि विषयांचें निरूपण केलें आहे.

गो०—महाराज आजचा संवाद अतिरमणीय असेल अशा हर्षानें त्याचा श्रवणार्थ मी उत्कंठित झालों आहे.

गु०—तर आज दर्शनानुशासन सांगतों. हें दर्शनानुशासन सिद्धपदार्थ विज्ञानाचे जे अतिरुचिरस भाग

आहेत

आहेत त्यांतील एक भाग होय; परंतु याचा बोध होणें अवघड आहे; याकरितां बाबा तुह्माला एकाग्र चित्त केलें पाहिजे.

स्वप्रकाशपदार्थ, परप्रकाश पदार्थ, आणि पारदर्शक पदार्थ, यां शब्दांचा अर्थ तुह्मास ठाऊक आहे कीं नाहीं, हें मला प्रथमतः कळूं द्या.

गो॰- जो पदार्थ झळकतो तो स्वप्रकाश होय; जो ....

गु॰- थांबथांब पहिल्याच पदार्थाचें लक्षण होऊं दे, मग दुसऱ्या पदार्थाचें बोल. जे पदार्थ झळकतात ते स्वप्रकाश नव्हेत; सूर्य, अग्नि, दिवा, इत्यादिक जे आपल्या तेजानें प्रकाशतात ते स्वप्रकाश पदार्थ होत.

कृ॰- तेव्हां, स्वच्छ केलेले धात्वादि पदार्थ, जे अति तेजानें झळकतात, ते स्वप्रकाश नव्हेत?

गु॰- होय ते स्वप्रकाश नव्हेत; कारण त्यांजवर जर स्वप्रकाश पदार्थाचा प्रकाश पडला नाहीं, तर त्याचें झळकणें राहील; यास्तव ते परप्रकाश पदार्थांच्या जातीचे होत: या जातींत जितके पदार्थ स्वप्रकाश नाहींत

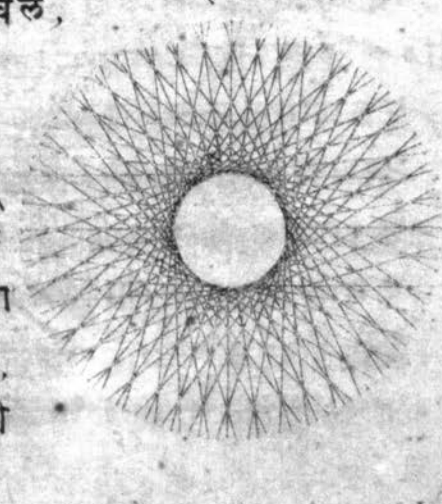
हींत, आणि जितके आपल्यामधून प्रकाशाचा प्रवेश ही होऊं देत नाहींत, तितक्याचा समावेश होतो.

छ० - तरमग आपल्यामधून प्रकाशाचा प्रवेश होऊं देतात, असेजे काच, पाणी, इत्यादिक पदार्थ ते पारदर्शक असावे.

गु० - होय तेच पारदर्शक. यांस अंतरस्छ अशी संज्ञा यांप्रकरणीं ठेविली आहे, हे किरणाचे वाहक होत, कारण यांजमधून किरण आरपार जातात.

सूर्य, किंवा कोणीही स्वप्रकाश पदार्थ, यांपासून प्रकाश सुटला, ह्मणजे त्याचा नें जिकडे जिकडे फांकवेल, तिकडे तिकडे तो अभिमुखगतीनें सरळरेषेनें फांकत असतो. यावरून सिद्ध होतें कीं स्वप्रकाश पदार्थच किरणाचा सामान्यमध्य आहे असें नाहीं, तर त्याचे प्रतिअवयवही

ही आकृति पहा



मध्य आहेत,आणि त्यांमध्यांपासून चहूंकडेस प्रकाश फांकतो.

हरू०- बरेंपण जिकडे तिकडे जेकिरण फांकतात,ते काय परस्परांसछेदून पारहोतनाहींत, आणिपरस्पर मार्गांत मिसळून परस्परांस प्रतिबंध करीत नाहींत?

गु० – नाहींकरीत.तेजःकण असे अतिसूक्ष्म आहेत,कीं त्या परस्परांचा कधीं प्रतिबंध घडला आहे,असें आझून कळूं आलें नाहीं.स्वप्रकाश पदार्थापासून जी एकतेजाची रेषा फांकल्ये तीसकिरण ह्मणतात; आणि त्यापदार्थाचे कोणेके अंगापासून जो किरण समुदाय निघतो,त्यास किरण छटा ह्मणतात.

गो०- निरनिराळे कण एकत्रमिळून जसे इतरपदार्थ उत्पन्न झाले आहेत, तसाचकाय प्रकाश झाला आहे?

ही आकृति पहा



गु० - प्रकाशाचे उत्पत्तिविषयीं विद्वान लोकांचीं अ

नेकमतें आहेत. कितिएकांचा असासिद्धांत आहे कीं, स्वप्रकाश पदार्थापासून जे निरनिराळे कण फांकतात ते प्रकाश होत कितिएक असें मानितात कीं अवघ्या आकाशातें व्यापणारें, असें कोणीएक प्रवाही, ह्मणजे सूक्ष्म वायू आहे, त्याचा ठायीं आघात होऊन शब्दोत्पतिवत् प्रकाशोत्पत्ति होत्ये. यां दोहों मतांतून खरें खोटें कोणतें, हा सिद्धांत तर मी करावयास समर्थ नाहीं. कितीएक प्रसंगीं असें घडतें कीं, जा नियमानें इतर पदार्थांचा व्यापार घडतो. त्याच नियमातें प्रकाश अनुसरून असतो; कितिएक प्रसंगीं पहावें तर, त्यांतें सोडून वर्ततो; तें असें, त्याचें चलन पाहिलें असतां चलन नियमाप्रमाणें घडतें, परंतु तो गुरुत्वाकर्षकत्वाचे नियमास अनुसरून असत नाहीं. त्याचे अंगीं भार पहावयास नाना प्रयोग केले तथापि तो धर्म त्याचे अंगीं कधीं आढळला नाहीं; सारांश प्रकाशाचे प्रकृतीचें आपल्यास किंचित्ही ज्ञान नाहीं तिचा शोध करूं लागलें असतां, आपण तर संशयजाळांत किंवहुना भ्रमजाळांत गुतून पडूं. अतएव

प्रका

प्रकाशानें जांधर्मांचा चागल्या पणीं निर्धार केला आहे, त्यांचा आपण विचार आरंभूं.

स्वप्रकाश पदार्थापासून जें प्रकाशप्रसरण होतें, त्याजपासून काय काय कार्यें घडतात याचें विवेचन प्रथमतः करावें. किरण सरळ रेषेनें फांकत असतां, त्यांस जो अभेद्य अशा परप्रकाश पदार्थाशीं संयुक्त झाले, ह्मणजे त्यांचे गतीस प्रतिबंध घडतो; कारण त्यांस त्या पदार्थाचे बाजूवरून वक्ररेषेनें पलीकडे जातां येत नाहीं.

गो० — त्यांस तसें कदापि जातां येणार नाहीं; ध्रुवोत्सृष्टिप्रेरणेंच करून पदार्थाचे अंगीं वक्ररेषा उत्पन्न होत नाहीं, त्यास कांहीं दुसरी प्रेरणा पाहिजे.

गु० — अतएव त्या किरणाचे गतीस परप्रकाश पदार्थाचा प्रतिबंध घडला, ह्मणजे त्याचा पाठीमागचा अंगावर अंधकार उत्पन्न होतो; आणि भिंत, कागद, किंवा हरएक पदार्थ, अशांवर हा अंधकार पडला असतां छाया उत्पन्न होते.

कृ० — तेह्मां किरणगतीस परप्रकाश पदार्थ प्रतिबंधक हो

ऊन

ऊन, त्यां किरणास आपल्या पाठीमागील वस्तूशीं पोहों-
चूं देत नाहीं, तेणेकरून त्या वस्तूवर जो अंधार पडतो,
तोच छाया होय.

गो० — त्वांजें छायेचें लक्षण केलें, याजपासून असें सि-
द्ध होतें कीं छाया केवळ काळी असावि; आणि असेंच
जर आहे, तर छायेचा ठायीं अंधकाराचा न्यूनाधिकप-
णा कां असतो?

गु० — वारंवार असें घडतें कीं, स्वप्रकाशाचे किरण गती-
स परप्रकाश पदार्थ प्रतिबंधक होऊन छाया उत्पन्न-
करितो, ती छाया जेथें पडत असेल, तेथें दुसऱ्या स्वप्र-
काश पदार्थाचा उजेड पडूं लागतो; असें झालें, ह्मण-
जे ती छाया जसा जसा बाहेरील अधिक उजेड पडत
असेल, तशी तशी कमी तमोमय होते. यास दृष्टांत: दो
हों समयांचा प्रकाश माज घरामधील परप्रकाश पदा-
र्थावर पडून, जी छाया उत्पन्न झाली, ती छाया एक सम-
य मालविली असतां, पहिल्यापेक्षां अधिक काळीं आ-
णि स्पष्ट दिसेल.

गो० — पण ती केवळ काळी होत नाहीं.

गु०

गु० - केवळ काळी कशी होईल. जी समई जळत अस-ते, तिचा उजेड माजघराचा भिंतीवर व तेथील पदार्थां-वर पडून त्यांपासून परावर्तन पावून त्या छायेस प्रका-शित करीत असतो.

आणखी एक ऐकून घे. एका स्वप्रकाश पदार्थाचे-किरणगतीस प्रतिबंध होऊन जी छाया उत्पन्न होते, ति-चा ठायीं त्या स्वप्रकाश पदार्थाचा जसा जसा प्रकाश अ-धिक असेल, तसा तसा काळेपणा अधिक असतो.

ऋ० - असें उलटेंच कसें हो घडेल. चहूंकडील पदार्थांपा-सून परावर्तून जो प्रकाश छायेवर पडतो, त्याचें आधि-क्य मूलप्रकाशाचे आधिक्यानुरूप असतें, तस्मात् ज-सा जसा प्रकाश अधिक, तशी तशी छाया अधिक प्रका-शित होईल

गु० - ही तुझी युक्ति खरी आहे; अल्पप्रकाशापासून फा-र काळी छाया पडत्ये, किंवा विशेष प्रकाशापासून पड-त्ये, हा निर्धार करायास आपल्या जवळ कांहीं दुसरी यु-क्ति नाहीं, इतकेंच कीं अल्पप्रकाश आणि विशेष प्र-काश, यांपासून उत्पन्न झालेल्या छाया परस्परांशी

मिळवून

मिळवून पहांव्या, ह्मणजे फार काळी च्छाया कोणत्या प्रकाशाची, असा सहजांत निश्चय होईल, या रीतीनें पाहिलें असतां. जितका जितका प्रकाश विशेष, तितकी तितकी छाया काळी होईल, आणि याच कारणामुळें, मध्यान्ही सूर्य संपूर्ण तेजानें प्रकाशमान असतां, पूर्ण सूर्यग्रहण लागलें ह्मणजे पृथ्वीचे ठायीं जी च्छाया पडते, ती मध्यरात्री पेक्षां विशेष काळी असते.

गो० – ग्रहण समयीं मध्यान्हीचें सूर्यतेज नाहींसें होताच जशी अति तमोमय रात्र पडत असते, तसेंच सूर्यग्रहण सुटतांच सूर्य अतिप्रकाशमान दिसावा.

गु० – होय तसाच दिसतो. च्छायेचा आकार आणि विस्तार या विषयींही कितिएक नियम आहेत.

पुढील आकृति पहा



अ हा स्वप्रकाश पदार्थ, ब ह्या परप्रकाश पदार्थापेक्षां मोटा असला, तर ब पदार्थापासून जी छाया उत्पन्न होईल, ती उत्तरोत्तर उणी होउन बिंदूरूप राहील.

गो०

गो० - पृथ्वीची आणि चंद्राची छाया अशीच उत्तरोत्तर उणी होऊन बिंदुरूप होते. कारण त्यांस प्रकाशक जो सूर्य, तो त्यां दोहों पेक्षांही मोठा आहे. बरें पण असाच छायेचा आकार होतो, तर भूस्थ पदार्थांचे छायेचा कां तसा होत नाहीं.

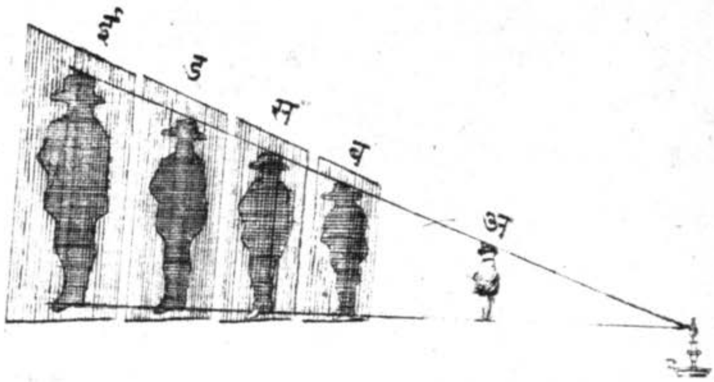
गु० - भूस्थ पदार्थांची छाया त्यांजपासून जशी जशी दूर, तशी तशी वाढत जाते, आणि सर्व जे पदार्थ स्वप्रकाश पदार्थापेक्षां मोठे असतात, त्यांची छाया विशाल पडते. समईचा उजेडानें प्रकाशित जो पदार्थ त्याची छाया पहा म्हणजे पूर्वोक्त वाक्याचें चांगलें स्पष्टीकरण होईल.

कृ० - म्या वारंवार असें पाहिलें आहे कीं, दिव्याचा उजेड पडत असतां आपण जर भिंती जवळ उभें राहिलें, तर माझी छाया प्रायशः माझेच इतकी उठते. परंतु जर मी त्या भिंतीपासून दूर दूर गेलों तर ती छाया मजपेक्षां मोठी होत जाते. याचें कारण हेंच कीं त्या दिव्यापेक्षां माझें अंग मोठें आहे.

गु० - होय व सडइ इत्यादि भिंतीचीं अंगें आहेत,

यांज

यांजपासून अ मनुष्य जसाजसा भिंतीस दूर होतो, त-शी त्याची छाया मोठी होते.



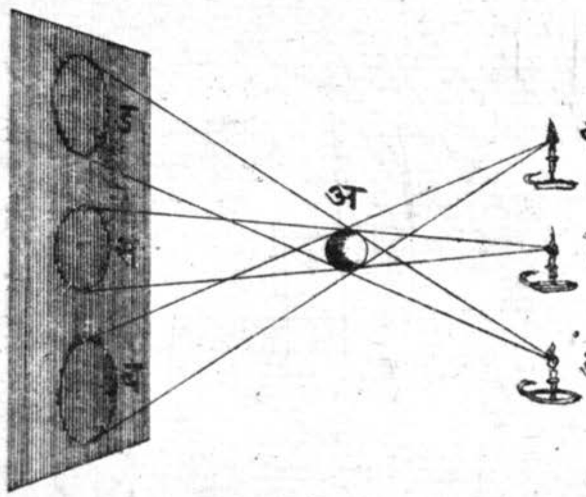
गो० - आणखी म्या असें पाहिलें आहे, जर दोन दीपांचा प्रकाश एक्या पदार्थावर पडत असला, तर त्या पदार्था-चा दोन छाया उठतात; परंतु आपल्या भाषणावरून असें कळू येतें कीं, दोन दिव्यांचा उजेड पदार्थावर प-डला असतां, त्याची छाया थोडकी काळी व्हावी.

गु० - पुढील आकृति सारिखे दिवे नाना स्थानीं असले, ह्मणजे छायांचा काळेपणा उणा करितात, आणि आ-पण जितके असतात तितक्या पदार्थापासून वेगळा-

त्या

त्या च्छायाही उठवितात.

हीआकृतिपहा



या आकृतींत अ हागोळाआहे, याजवर ब स ड यादि व्यांचाउजेड पडत आहे, आणि ब उजेड ब च्छाया, स उजेड स च्छाया, आणि ड उजेड ड च्छायाउठवितात.

ह० - महाराज छायेंचेंस्वरूपतर आह्मास पुर्तेपणींस मजलें; आतांजें प्रकाशकिरण आपलेमार्गीफांकत असतांपरप्रकाशपदार्थाचा च्छायोत्पादक प्रतिबंधपावतात

तात. मग त्यां किरणांचा काय परिणाम होतो हें कृपाकरून सांगावें?

गु० - या तुझा प्रश्नावरून मला तर प्रकाशाचा अतिउत्कृष्ट धर्माचें स्फुरण होतें, या धर्मास परावर्तन अशी संज्ञा आहे. बरें ऐक, जामधून आरपार होतां येत नाहीं. अशा परप्रकाश पदार्थाचा प्रतिबंध प्रकाश किरणास घडला, म्हणजे त्यांतील कितिएक त्या पदार्थें करून शोषिले जातात. आणि कितिएक, भिंतीवर स्थितिस्थापक संस्कार युक्त पदार्थांनीं केलेला चेंडू मारिला असतां जसा मागें उलटून येतो, तसे त्या पदार्थापासून परावर्तन पावतात.

कृ० - आणि जा नियमानें स्थितिस्थापक संस्कार युक्त अप्रवाह्यांचें परावर्तन घडतें, त्याच नियमानीं काय प्रकाशाचें परावर्तन घडत असतें?

गु० - त्याच नियमानीं घडतें. परप्रकाश पदार्थावर प्रकाश किरण जर लंबरूप पडला, तर त्यापासून तो जेथून पडला असेल तिकडे लंबरूपच परावर्तन पावतो. जर तो तिर्कस रेघेंत पडला, तर तिर्कस रेघेंत परावर्तन

पावतो

पावतो; इनकेंच कीं, तिर्कस पडला असतां पतनरेघ, आणि परावर्तन रेघ एकांत एक मिसळल्या नसतात, परस्परांस संमुखा संमुख असतात; कारण पतन कोणाइतकाच परावर्तन कोण असला पाहिजे. कसेंहा यंत्रशास्त्रांतील नियम, याचें तुला स्मरण आहे ना?

कृ० - होय महाराज पुर्तेपणीं आहे.

गु० - तूं या खोलीची खिडकी लावून घे, म्हणजे तिचा लहान छिद्रांतून सूर्य किरण येऊं लागेल, आणि तो कसा परावर्तन पावेल हें मी तुला दाखवीन. आतां या आरशावर तो किरण लंबरूप पडे. असें मी यास धरितों.

गो० - या आरशावरील किरणपतन मला दिसतें, परंतु याजपासून त्याचें परावर्तन दिसत नाहीं.

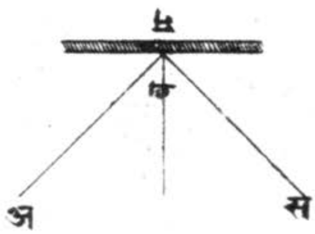
गु० - त्याचें परावर्तन कसें दिसेल. पतित किरण आणि परावृत्त किरण यां उभयतांचे रोंख जरी परस्परांस विरुद्ध आहेत, तथापि यांची रेषा एकच, अतएव ते एकमेकांत मिसळले जातात.

कृ० - तेव्हां हा जो आपल्यास किरण दिसत आहे, हा एक नाहीं वस्तुतः दोन आहेत. एक पतित किरण जो आर

शावर

शावर पडत आहे, आणि एक परावृत्त किरण, जो आरशापासून उलटून मागें जात आहे, असे मिळून झाले आहेत ?

गु० - होय तूं सांगतोस तसाच येथें विचार आहे. या म आरशावर अ ब पतित किरण तिर्कस पडे असें यास धरून आणि ते दोन किरण ह्मणजे पतित किरण आणि परावृत्त किरण वेगळाले होतील; हा ब स परावृत्त किरण पहा कसा दुसऱ्या मार्गानें जात आहे. या आरशासीं लंब होई अशी एक रेघ ब पतन स्थानापासून काढली, तर तिणेकरून पतन कोण आणि परावर्तन कोण वेगळाले होतील, आणि परस्पर समान उतरतील.



कृ० - होय, समान उतरतील खरे; आणि आतांपेक्षां त्या आरशावर प्रकाश किरण अधिक तिर्कस पडे असें जर त्या आरशास धरिलें, तर त्याजवर तो किरण अधिक तिर्क-

स

स पडेल, आणि त्या किरणापासून जो पतन कोण आणि परावर्तन कोण उत्पन्न होईल, त्यास जरी किरणास विशेष तिर्यक्त्व आहे, तरी किमपि वैषम्य येणार नाहीं.

गु० - आपल्यास परावृत्त किरणाचा योगानेंच परप्रकाश वस्तू दिसतात. स्वप्रकाश पदार्थापासून परप्रकाश किरण आपले नेत्रांवर फांकतात खरे, परंतु जे किरण इतर पदार्थांवर फांकतात, ते जेव्हां त्यो पदार्थापासून आपल्या दृष्टीकडे परावर्तन पावतात, तेव्हांच आपणास दिसतात.

कृ० - असें कसें हो, आपण तर आतांच सूर्यकिरण सूर्यापासून आरशावर पडतां, आणि त्याजपासून परावर्तन पावतां पाहिला, परंतु त्याचे पतन समयीं, आणि परावर्तन समयींही, तो आपले डोळ्यांत प्रविष्ट होई असा त्याचा रोंख नव्हता.

गु० - तसा कोठून असेल; त्वां जो पाहिला तो कांहीं सूर्य किरण नव्हता, तर सूर्यकिरण आरशावर, आणि आरशापासून पतन आणि परावर्तन पावतां वायूंत उड-

णार

णार रजःकणावर प्रकाशला, त्या रजःकणांपासून जो प्रकाश तुझा नेत्रांकडे परावर्तन पावला, त्यास त्वां पाहिलें.

गो० – पण मला तर त्यापलीकडच्या घरावर सूर्यप्रकाश पडतां जसा स्वच्छ दिसायाचा, तसा दिसत आहे हें कसें?

गु० – जे सूर्य किरण त्या घरावर पडत आहेत, त्यांतील बाह्या एकही तुला दिसत नाहीं; जितके किरण तुझा नेत्रांत प्रविष्ट होतात, तितकेंच तुला दिसतात; अतएव जे किरण घरापासून तुजकडे परावर्तन पावत आहेत, ते तुझा दृष्टीस पडत आहेत, परंतु जे सूर्यापासून त्या घरावर फांकत आहेत, ते तुझा दृष्टीस पडत नाहींत.

गो० – तर मग त्या घराचें एक अंग सूर्यप्रकाशित, व एक छायेंत, असें कां दिसतें? जर त्यावरील मला सूर्यप्रकाश दिसत नाहीं, तर तें अवघेंच छायावेष्टित दिसावें.

गु० – त्या घराचें एक अंग सूर्यप्रकाशित दिसतें, त्याचें

कारण

कारण असें आहे कीं, त्या अंगापासून जे किरण तुज-कडे परावर्तन पावतात ते विशेष सतेज आणि विशेष प्रकाशक असतात, परंतु त्याच्या दुसऱ्या अंगापासून जे किरण तुजकडे परावर्ततात ते तसे नसतात ह्मणून तें अंग तुला छायावेष्टित दिसतें. आतां ते किरण पूर्वोक्त किरणा इतके सतेज व प्रकाशक कां नाहींत असें ह्मणशील, तर ते प्रथमतः इतर पदार्थांपासून छायावेष्टित भिंतीवर परावर्तून तिला प्रकाशित करितात, नंतर तिजपासून तुजकडे परावर्ततात, याप्रमाणें ते दोनवेळां परावर्तन पावून मग तुझ्या दृष्टीस पडतात; आणखी जाजा पदार्थांवर प्रकाश पडतो, त्यात्यापासून तो विशेष किंवा किंचित्तरी शोषण पावतो, तस्मात् प्रतिपरावर्तनीं किरणाचें तेज उणें होत जातें.

गो० - आपण हीजरी युक्ति सांगितली तथापि माझें समाधान होत नाहीं; वस्तूंवर जे सूर्यकिरण पडतात ते आपल्यास दिसत नाहींत, जे त्यांत्यां वस्तूंपासून आपणाकडे परावर्तन पावतात, तेमात्र आपल्यास दिसतात, असाही सिद्धांत मलातर विपरीत वाटतो.

गु०- तो सिद्धांत यथास्थित आहे, असें तुला विंबवून द्यावयास मला असाध्य वाटत नाहीं. तूं त्या विस्तीर्ण जलाकडे पहावेंस त्याचा अर्ध्याच भागावर सूर्यप्रकाश पडतां कां दिसतो, हें तुझानें सांगवेल काय?

गो०- महाराज हें माझानें सांगवणार नाहीं. त्या अवघ्या जल समुच्चयावर एकसारिखा सूर्यप्रकाश पडे अशी सूर्याची स्थिति आहे, ह्मणून त्याचा सर्व भागावर सारिखा प्रकाश पडावा. जलावरील असा एकदेशीं प्रकाश पाहून मला वारंवार आश्चर्य वाटत गेलें आहे; हा एकदेशी प्रकाश चांदण्यामध्यें तर फारच दिसूं येतो. म्या असें वेळोवेळां पाहिलें आहे कीं, समुद्राचे थोडके अंगावर केवळ निर्मळ चांदणें पडत असतें, आणि त्याचा दुसऱ्या सर्व अंगावर निबिड अंधकार पडला असतो; पाहिलें असतां त्याजवर एकसारिखें निर्मळ चांदणें पडण्यास कांहीं प्रतिबंध असत नाहीं.

गु०- समुद्राचीं दुसरीं सर्व अंगें निबिड अंधकारांत असतात, ह्मणून चांदण्याची एकदेशी विशेषता फारशी कळूं येते; परंतु अशी सूर्य प्रकाशाची एक देशी विशेषता

कळूं

कळूं येत नाहीं; कारण सूर्याचे तीव्र प्रकाशाते मुळें ती विशेषता केवळ स्पष्ट पहावयास नेत्र शकत नाहीं:

गो० - बरें पण जर त्याजल समुच्चयाचे सर्व भागांवर सूर्य वस्तुतः प्रकाशतो तर त्याचे सर्व अंगापासून सूर्य किरण माझे डोळ्यांकडे कां परावर्तत नाहींत.

गु० - त्याचें कारण असें आहे कीं, त्यां परावर्तन पावलेल्या किरणांच्या स्वाभाविक रेंख तुझा नेत्रांकडे नसतो. पतित किरणांच्या जस जसा रेंख असतो, तसतसा परावृत्त किरणाच्या रेंख होतो कळलें; तस्मात् जशा जशा तिर्यक्त्वानें सूर्यकिरण त्याजल समुच्चयावर पडतात, तसे तसे त्या किरणांचे परावर्तन रेंख वेगळाले होतात; त्या किरणांतील जे तुझा डोळ्यावर पडतात ते तुला दिसूं येतात, आणि जे अन्यस्थानीं पडतात ते तुला दिसूं येत नाहीं

गो० - तेव्हां जे किरण आपल्या परावर्तनेंकरून माझा नेत्रांवर पडत आहेत, तेमिळून काय त्याजलावरील स्पष्ट प्रकाश उत्पन्न झाला आहे?

गु० - होय तेंचमिळून झाला आहे.

कृ० - बरें त्यापलीकडील घराचें जें अंग छायावेष्टित दिसत आहे, तें वस्तुतः सूर्यानें प्रकाशित आहे काय. आणि त्यापासून सूर्यकिरण अन्यपदार्थांकडे परावृत्त झाले आहेत काय ?

गु० - तसें नाहीं, तूं सांगतोस ही गोष्ट वेगळी, आणि पाण्याची गोष्ट वेगळी. त्वां सांगीतलें घराचें अंग वस्तुतः छायेंत आहे; हें अंग पश्चिमेकडेस ह्मणून त्याजवर मध्यान्ह काळ झाल्याविना सूर्यप्रकाश पडणार नाहीं.

गो० - तेह्मां जे पदार्थ परावृत्त किरणाचे योगानें प्रकाशित होतात. ते आपणास छायावेष्टित दिसतात, आणखी जे अपरावृत्त किरणेंकरून प्रकाशित होतात. आणि जां पासून ते किरण प्रथमतः आपल्याकडे परावर्तत नाहीं इतर पदार्थांकडे परावर्तून नंतर आपणाकडे परावर्तन पावतात तेही छाया वेष्टित दिसतात ?

गु० - होय, त्वां सांगितल्या प्रकारचे किरण पदार्थांपासून

रून आपणाकडे परावर्तले, तर ते पदार्थ आपणासच्छा
या वेष्टितच दिसतात त्यातक्या कडे पहा— आजवर झा
डाची च्छाया पडत आहे तें पाणीं कोणत्या प्रकारचा किर·
णेंकरून आपणास दिसत आहे ?

कृ०— झाडाचा प्रतिबंधामुळें त्यापाण्यावर अपरावृत्त·
किरण तर पडत नाहींत, तस्मात् जे किरण इतर पदा-
र्थांपासून त्याजवर परावर्तून नंतर आपणा कडे प-
रावर्तन पावतात, त्यांहीं करून तें पाणी आपणास
दिसूं येतें.

गो०— बरें जसा चंद्र आपणास परावृत्त प्रकाशानें दिस
तो, तसेच भूस्थ पदार्थ आपणास परावृत्त प्रकाशा
नें दिसतात, तरमग भूस्थ पदार्थ चंद्रापेक्षां अतिसते
ज आणि अतिप्रकाशित कां दिसतात ? माझामतें तर
जसाचंद्राचा परावृत्त प्रकाश अल्पतेज, व अल्पप्रकाश
तसाच पृथ्वीचा असावा.

गु०— भूस्थ पदार्थांपासून जितक्या तेजानें सूर्य प्रकाश
परावर्तन पावतो, तितक्याच तेजानें चंद्रापासून सूर्य
प्रकाश प्रायः परावर्तन पावतो. अभ्रादि विरहित रा·

त्रीचा

त्रीचा समयीं चंद्रास पाहिलें असतां किंबहुना चद्रही तसा च सतेज दिसतो, जसें सूर्यप्रकाशित जल, घराचा भिंती, समान भूमी, इत्यादि पदार्थ दिवसा . पाहिले असतां स तेज दिसतात. आतां सूर्य किरणाची आणि चंद्र किरणा ची बरोबरी केली असतां चंद्रकिरण अल्पतेज यांत संश य नाहीं; परंतु अशी समानता करणें योग्य नाहीं. कारण सूर्य किरण पतित ह्मणून त्याचे अंगीं प्रकाश विशेष, आणि चंद्र किरण परावृत्त ह्मणून त्याचे ठायीं प्रकाश अल्प.

गो०- खरें आहे; जा चंद्र किरणेंकरून आपणास पदार्थ दिसतो, ते दोनवेळां परावर्तन पावलेले असतात, आ णि दोनवेळां परावर्तन पावतात, अतएव ते उत्तरोत्त र अल्पप्रकाश होतात.

गु०- चंद्र सूर्य यांचे किरणांचें वातावरणामधून गम न होत असतां, त्यांचा प्रकाशास कांहीं कमीपणा ये तो. अमिश्र वायु पारदर्शक पदार्थ आहे, आणि आ पल्यामधून प्रकाश किरणांस मोकळेपणीं आरपार होऊं देतो, तथापि असें पाहण्यांत आलें आहे कीं, या

वायू-

वायूचा पृथ्वीजवळचा जोभाग तो वाफ इत्यादि पदार्थेंकरून केवळ व्यापिला असतो, तेणेंकरून सूर्यादिकांचा कांहींसा किरणांश शोषिला जातो.

गो०– म्या असें वारंवार पाहिलें आहे कीं, एक्या स्थानापासून पर्वत शिखरावरील, आणि खोरें किंवा सपाटी यावरील, असे दोन पदार्थ पाहिले असतां, पर्वत शिखरावरील पदार्थ जसा स्पष्ट दिसूं येतो, तसा खोऱ्यांतील दिसूंयेत नाहीं; अशा स्पष्ट दर्शनाचें कारण हेंच असावें कीं, पर्वत शिखरादि उंच स्थानांतील वायूमध्यें वाफा फारशा मिसळल्या नसतात, आणि तेणेंकरून तशास्थानापासून परावर्तन पावलेले किरण सतेज असतात.

गु०– त्वां सांगितलेल्या कारणामुळेंच केवळ पदार्थ स्पष्ट दिसूं येतात असें नाहीं; तर पर्वत शिखरादिकांवरील जो पदार्थ, त्याचे मागें जसें जसें सतेज आकाश असेल; तशी तशी त्यापदार्थाची आकृति स्पष्ट दिसूं येते.

गो०– परप्रकाश पदार्थ आपणास परावृत्त किरणावांचून दिसूं येत नाहीं, असें आतां माझें पूर्ण समाधान झालें

ले; परंतु हे किरण जापदार्थापासून परावर्तन पाव तात, त्यापदार्थानें आपणास कोणत्यारीतीनें दाखवितात? हें आझून मला समजत नाहीं.

गु० - प्रकाश किरण डोळ्यांचा कनीनिकेंत प्रविष्ट होऊन, नेत्रगोलकाचे आंतल्याभागीं जें दर्शन ज्ञानतंतू असतात, त्यांजकडेस जातात; आणि तेथें आपण जा पदार्थापासून परावर्तन पावले, त्याची आकृति, रंग काढून तोपदार्थ जसाअसेल तसा उत्पन्न करितात, इतकेंच कीं त्याचें स्वाभाविक महत्व त्या आकृतींत आणीत नाहींत. आतां आपण पुन: याखोलीचीखिडकी लावून, त्याखिडकीस जें छिद्र आहे त्यामधून इजमध्यें प्रकाश येऊं देऊं, ह्मणजे तुझा डोळ्यांचा दर्शन ज्ञानतंतूवर जशीपदार्थाची आकृति उत्पन्न होत्ये, तशी याछिद्राचे संमुख जोभिंतीचाप्रदेश, किंवा स्वच्छ वस्त्र, त्याजवरपदार्थाचीआकृति उत्पन्न होईल, अशी कीं ती तुला यथास्थित दिसूं येईल.

गो० - आहाहा, हाकितीतरी चमत्कारहो! याखोलीचे पुढें जोबाग आहे, त्याचीसूक्ष्ममानें करून याभींती-

चर

वर यथास्थित आकृति उठली. हा माळी बागांत काम करीत आहे, यामूकरून झाडें इकडे तिकडे हालत आहेत. जर ही आकृति उलट्या स्थितीनें नसती, तर ही अशी दिसती कीं त्याबागेचा केवळ नकाशाच काढला आहे; इजमध्यें उलटेपणा इतकाचकीं, भूमीवरती, आणि आकाश खाली झालें आहे.

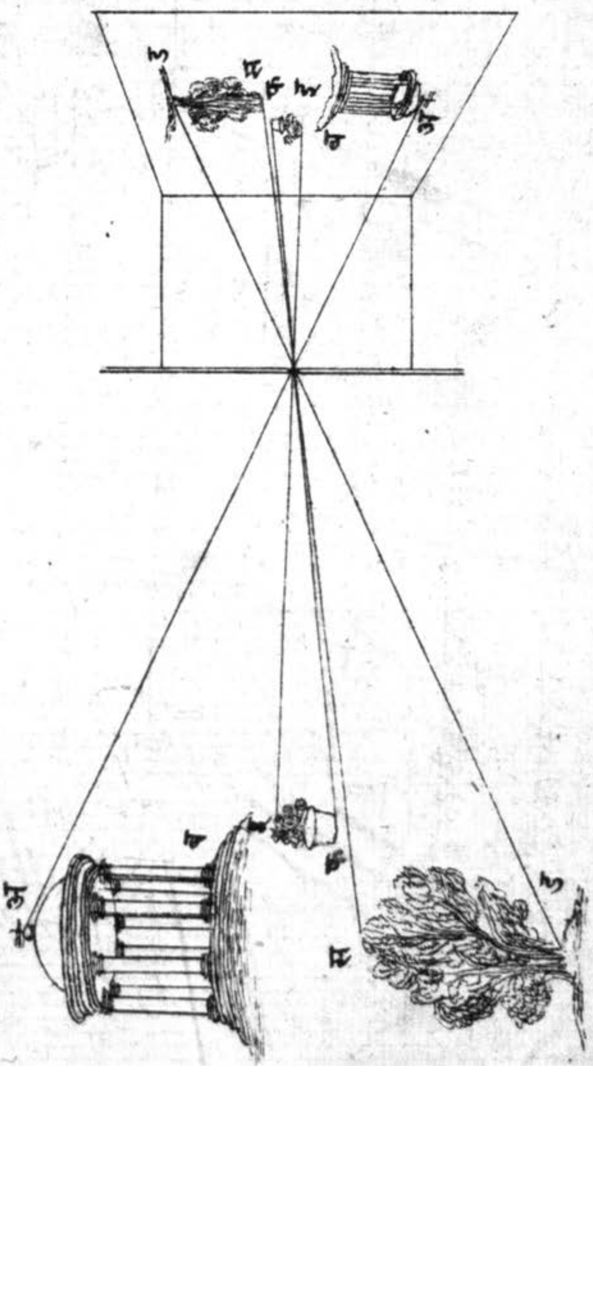
गु० – तूं याआकृतीचें केवळ वर्णन करीत बसूं नको. इच्यें उत्पत्ति साधन समजून घे. इचाउत्पत्ति साधनास कामिरा आब्क्यूरा ह्मणतात, ज्याचा अर्थ असा होतो कीं, काळोख पडलेली खोली; कारण खोलींत काळोख पाडल्या विना अशी पदार्थांची आकृति उत्पन्न होत नाहीं.

बागेमधील नाना पदार्थां पासून जे सूर्यकिरण परावर्तन पावून खिडकीचा छिद्रामधून खोलींत येतात, त्याहींकरून ही आकृति उत्पन्न होते.

त्याबागेमधील बंगल्याचा सोनेरी, अ, कळसापासून किरण परावर्तन पावून त्याकळसाची भिंतीवर आकृति, अ, स्थानीं उठली आहे. येथें कांउठविली ह्मणशील

ल

ल, तर खिडकीच्यें छिद्र भूमीपासून जितकें उंच त्यापे



क्षां बंगल्याच्या कळस फारच उंच आहे; तेव्हां त्या कळसापासून जितके किरण उतरत्या तिर्कस मार्गानें परावर्तन पावतात, तितकेमात्र त्या खिडकीचा छिद्रामधून आंत शिरतात. आतां प्रकाश किरणाची गति सर्वदां सरळ रेषानुरूप असते; तस्मात् जे किरण उतरत्या मार्गानें खोलींत शिरतात, ते त्याच मार्गानें पुढें जाऊं लागतील, आणि छिद्रा समोरल्या भिंतीचा खालील भागावर पडून तेथें त्या कळसाची आकृति उठवितील. कळसाचे धोरणानें पाहिलें असतां त्याहीं त्याची भिंतीचा वरील भागावर रुलटी आकृति काढावी पण तशी तेथें काढीत नाहींत.

कृ ० – आणि सूर्यकिरण त्या बंगल्याचा व पायऱ्यांपासून चढत्या मार्गानें परावर्तन पावून, छिद्रामधून खोलींत शिरतील, आणि त्या पायऱ्यांची आकृति भिंतीचा खालील भागावर काढायाची, ती वरील भागावर उलटी काढतील.

गु ० – आणखी असें पहा, बागेमध्यें बंगला डाव्या हाताकडे आहे, परंतु त्याजपासून जे किरण खोलीकडे प

रावर्त

रावर्तन पावतात, ते त्याची आकृति उजव्या हाताकडेस भिंतीवर काढितात; आणि उजव्या हाताकडील स ड. पेरीचा झाडापासून जे किरण परावर्ततात, ते त्या झाडाची आकृति सड डाव्या हाताकडेस रेखितात. सारांश प्रकाश किरण नाना दिशांकडुन सर्वदा सरळ रेघेंत येऊन, त्या खिडकीचा छिद्रामधून प्रवेश करितेसमयीं परस्परांस छेदितात: जेवरून येतात ते खालील भागाकडेस जातात, जे उजव्या हाताकडून येतात ते डाव्या हाताकडेस जातात; याप्रमाणें प्रतिएक पदार्थाचें जेंजें स्थान असेल, त्यात्या स्थानाशीं उलटे स्थानीं कामिन्या आवक्यून्याचे द्वारें पदार्थाची आकृति उत्पन्न होत्ये.

गो०- होय खरें महाराज. या भिंतीवरील नकाशामध्यें तरी एकटी इ.फ. फुलझाडाची कोंडी सोडून, सर्वांचे स्थानाचा पालट झाला आहे; इतकेंच कीं, त्या कोंडीची आकृति उलट्या स्थितीनें उलटी आहे.

गु०- ती कोंडी केवळ खिडकीचे छिद्राचे संमुख आहे,

हे ह्मणून निजपासून किरण लंबरेषेनें खिडकीवर पडतात. आणि खोलीमध्यें लंबरेषेनेंच गमन करून, खिडकीचे छिद्राबरोबर जो भिंतीचा भाग, त्याजवर त्या कोंडीची आकृति काढितात.

कृ०— तेव्हां याचप्रमाणें डोळ्यांचे दर्शनज्ञानतंतूवर पदार्थांचा आकृति उठतात कींकाय?

गु०— होय याचप्रमाणें. ज्यामधून प्रकाश किरण प्रविष्ट होतात, अशीजीडोळ्यांची बाहुली, तीखिडकीचे छिद्राचे स्थानीं होय; आणि जें पदार्थांचें प्रतिबिंब नेत्रांत दर्शनज्ञानतंतूवर उठतें, तें केवळ भिंतीवरील आकृति स्थानीं होय.

गो०— आपल्या भाषणांचा असातर अर्थनाहींकीं, आपण स्वतःसिद्ध पदार्थास पहात नाहीं, त्याचीआकृति नेत्रांतील दर्शन ज्ञानतंतूवरजीप्रतिबिंबित होत्ये, तीस मात्र पहातों?

गु दृष्टि याशब्दाचा असा बोध होत असला कीं, जेणेंकरून नेत्रद्वारा मनाला पदार्थाचे स्थितीचें ज्ञान होतें

तें, असें जें इंद्रिय, तीं दृष्टि होय; तर असें सिद्ध होईल कीं दर्शनज्ञानतंतूवर जे पदार्थ प्रतिबिंबित होतात, तींच प्रतिबिंबें वस्तुतः आपल्यास दृश्य होतात.

गो०- हा तर सिद्धांत केवळ अविश्वासास्पद दिसतो.

गु०- पदार्थाचें सामान्य ज्ञान होण्यास आपल्या देहावयवांमध्यें ज्ञानतंतूचे ठायीं मात्र योग्यता आहे; अतएव मनास पदार्थाचें विशेष ज्ञान व्हावयास हे ज्ञानतंतू साधन होत; तर पदार्थाचें सामान्य ज्ञान ज्ञानतंतूवर होतें, तेणेंकरूनच त्या पदार्थाचें मनास विशेष ज्ञान होतें. आतां अनुभवावरून असें कळू येतें कीं, पदार्थाचा ज्ञानतंतूशीं स्पर्श झाल्याविना त्यांजवर त्या पदार्थाचें सामान्य ज्ञान उमटत नाहीं, आणि असा अनुभव आहे, ह्मणून ज्ञानतंतूविशिष्ट जीं इंद्रियें, तीं दूर असलेल्या पदार्थातें जाणायास समर्थ होत नाहींत. यास दृष्टांत. जां सुगंध

द्रव्या

द्र्व्याचे परमाणूंचा वस्तुतः आपल्या नासिकेस स्पर्श होतो, त्यांचा मात्र आपणास गंध येतो. आणखी मागांही तुह्मास सांगीतलें होतें कीं; पुष्पाचे जे पराग उडून आपल्या नाकांत शिरतात, आणि तेथील आघ्राणे ज्ञानतंतूवर आदळतांच त्या ज्ञानतंतूद्वारां मनास पुष्पगंधाचें विशेष ज्ञान होतें.

कृ०- आणि शब्द दुरूनही ऐकूं येतो असें ह्मणतात, परंतु पाहिलें असतां असें आहे कीं, शब्दवाहक जो वायु, त्याचाठायीं आघातानें आंदोलनें उठतात, तीं आंदोलनें जेव्हां आपल्या श्रवणज्ञानतंतूवर आदळतात. तेव्हांच शब्द ऐकूं येतो.

गो०- आणि स्पर्शन ज्ञानतंतू, व रसन ज्ञानतंतू, यांजवर तरी पदार्थस्पर्श झाल्याविना पदार्थाचें सामान्य ज्ञान उठत नसेल, कसें महाराज, हा सिद्धांत विस्तृत करण्याचें कांहीं प्रयोजन नाहींना?

गु०- नाही बाबा. दर्शनज्ञानतंतूविषयीं तरी असाच मा झा सिद्धांत आहे, आणि तोमी तुझा लक्ष्यांत आणून दे

तों

तों. अरे जे ज्ञानतंतू मिळून चक्षुरिंद्रिय ह्मणून झालें आहे, ते ज्ञानतंतू, आणि इतर इंद्रियांचे ज्ञानतंतू, असे हे समजातीय जाणावे; मनास पदार्थाचें विशेष ज्ञान व्हावयास हे तंतू कारणभूत आहेत, आणि जे ह्यांस पदार्थांचा स्पर्श होतो, तेह्यांच यांचे अंगीं कारणपणा येतो. आतां मुख्य पदार्थास दर्शनज्ञानतंतू जवळ आणून, त्यांचा परस्पर संबंध करितां येत नाहीं; अतएव त्या मुख्य पदार्थापासून जे प्रकाश किरण परावर्तन पावतात, ते त्या पदार्थाचे आकृतीस त्या दर्शन ज्ञानतंतूकडे नेतात, आणि त्यांजवर पडोन त्या मुख्याची आकृति प्रतिबिंबित करितात, इतकें झालें असतां त्या आकृतीचें मनास ग्रहण होतें.

गो०- जोंपर्यंत मी तुमची उपपत्ति ऐकत असतों, तोंपर्यंत तुमचा सिद्धांत मला निर्विवादसा वाटतो, परंतु आपल्या भोंवताल्या पदार्थांस पाहून, मनांत असा विचार करूं लागतों कीं, ते पदार्थ मला दिसत ना

हीं

हीं, त्यांचा जा आकृति माझे नेत्रांत प्रतिबिंबित, त्या मात्र दिसतात, ह्मणजे तुमचा सिद्धांत मला सविवाद वाटूं लागतो. ही जी पोथी म्या आपले हातांत धरली आहे, किंबहुना इजमधील अक्षरें, जां मी वाचीत आहें, हीं वस्तुतः मला दिसत नाहींत असा जो आपला सिद्धांत, हा तरठीक दिसत नाहीं.

गु०- बरें म्या आपलें मुख कधीं पाहिलें नाहीं ही गोष्ट केवळ विपरीत असें तुझा मनांत कधीं येतें कीं काय?

गो०- नाहीं; कारण मी आपल्या मुखाची अशी आकृति आहे तशीच आरशा मध्यें वारंवार पहात असतों.

गु०- असेंच सर्व पदार्थां विषयीं जाणावें. तुझा दर्शन ज्ञानतंतू करून पदार्थांची अशी यथास्थित आकृति तुला दिसूं येते, तशी आरशानें दिसूं येत नाहीः नेत्ररूप आरसा जसा उत्तम आहे, तसा मनुष्य कृत कोणताही आरसा उत्तम नाहीं.

कृ०- नेत्रांतरपटलाचें क्षेत्र अत्यंत लहान असतां,

त्या

त्यांत खिडकीचे छिद्रांतून त्या पाहिलेल्या विस्तीर्ण भागाची आकृति प्रतिबिंबित व्हावी, ही गोष्ट दुर्घट नाहीं काय?

गु० - नेत्रांतर पटलांत जा आकृति प्रतिबिंबित होतात, त्याप्रमाणें लहान आणि परस्पर असंलग्न अशा आकृति मनुष्यास काढायास मात्र असाध्य; ईश्वर कृत्यास कांहीं असाध्य आहे, तो तर अचुक संधानानें, आणि अत्यंत सूक्ष्म लेखणीनें अशा आकृति काढीत असतो. पिंगाण्याचे पक्षावरील बारीक बारीक जो पांढरा भुका, जो वस्तुतः पाहिला असतां त्या पक्षावरील पिसें आहेत, आणि तशींच तृणादिकांचीं पुष्पेंही, जा शक्तीकरून घडलीं आहेत, त्याच शक्तीकरून असल्या चमत्कारी, व सूक्ष्म आकृति काढल्या आहेत.

गो० - बरें महाराज पदार्थांचा आकृतीच जर आपणास दिसतात, तर त्या उलट्या कां दिसत नाहींत जशा कामिरा आबस्क्युर्‍यांत दिसूं येतात त्याप्रमाणें? कसें

हें

हेंतर आपल्या उपक्रांत विषयावर केवळ सबळ दूषण आहे.

गु० - सबळ असलें ह्मणून काय झालें, तें आह्मास कुंठित करणार नाहीं. जशी कामिन्या आबस्क्युऱ्यांत पदार्थाची आकृति उलटी उमटते, त्याचप्रमाणें दर्शन ज्ञानतंतूवर उमटते; कारण कामिन्या आबस्क्युऱ्यांत किरण शिरते समयीं जसे परस्परांतून पार जातात, तसेंच डोळ्यांचा आकृतींत घडतें. पदार्थापासून किरण आपणाकडेस जा रेघेनें परावर्तन पावतात, त्याच रेघेनें त्या पदार्थास आपण नित्यशः पहातों, ह्मणून त्या पदार्थाची जी आकृति उमटते ती उलटी आहे असें आपणास ज्ञान होत नाहीं.

रू० - महाराज या गोष्टीचा तर मला कांहीं बोध होत नाहीं.

गु० - हा विषय बाबा केवळ सुबोध करून देणें अवघड आहे. बरें ऐक, जो किरण पदार्थाचा वरल्या भा

गा

गावरून येतो, तो त्याचें प्रतिबिंब दर्शन ज्ञानतंतूचे खालील भागावर उत्पन्न करितो; आतां प्रत्यक्ष पाहण्यावरून आपणास कळत आहे कीं, तो किरण पदार्थाचा वरील भागावरून आला आहे, यास्तव तो पदार्थाच्या वरील भाग, दर्शन ज्ञानतंतूचे खालील भागावर उमटला, असें न जाणतां वरील भागावर उमटला आहे असें मानितों. पदार्थाचे खालील भागापासून जे किरण येतात ते दर्शन ज्ञानतंतूचे वरील भागावर पडतात; परंतु ते किरण पदार्थाचे खालील भागावरून येतात, असें आपणास पुरतेपणीं ठाउकें, अतएव तो भाग दर्शन ज्ञानतंतूचे वरील भागीं असतो, तथापि खालील भागीं आहे असें त्यास मानितों.

गो०— वरील पदार्थास पहायाचें झालें, ह्मणजे मला वरतें पहावें लागतें; आणि खालील पदार्थास पहायाचें असलें, ह्मणजे खालीं पहावें लागतें, यावरून काय असें सिद्ध होत नाहीं कीं, मी केवळ मुख्य पदार्थास पहातों? जर सर्वा पदार्थांचीं प्रतिबिंबें मात्र दिसतीं

सतीं, तर ते पदार्थ पहावयास मला त्यां पदार्थांचे उं
ची निची प्रमाणें, वरती खालीं पहावयाचें प्रयोजन
न लागतें.

गु० - असें नव्हे. वरील पदार्थापासून जे किरण पराव
र्तेतात, ते तुझा दर्शन ज्ञानतंतूंवर पडावे म्हणून तुला
वरतें पहावें लागतें; आतां या वरत्या पाहण्यावरून
तुला असें सूचन होतें कीं, तो दृष्ट पदार्थ वरता आहे,
अतएव त्याचें जें प्रतिबिंब वस्तुतः दर्शन ज्ञानतंतू
चे खालील भागावर उमटतें, तें वरील भागावर उम
टलें आहे असा भास होतो. याच कारणामुळें खालता
पदार्थ असल्यास खालीं पहावें लागतें, आणि त्यास
मयींही असाच व्यापार घडतो. सारांश पदार्थापासू
न किरण ज्या रेंखानें आपल्या नेत्रांकडे परावर्तन
पावतात, त्या मार्गानें यच्चयावत् पदार्थ आपणास
दिसतात.

मीजें कांहीं बोलिलों आहें, याचा उपपादनार्थ
माझा संग्रहीं आणखी ही युक्ति आहेत, आणि ते-
णें करून तुझा संशयाची निःशेष निवृत्ति होईल; प
रं

रंतु त्या युक्ति दुसरे संवादाचा ठायीं बोलेन. हा आज-चा संवाद फारच लांबू लागला, आतां हा समाप्त करावा.

इति पंचदशः संवादः

अथ षोडश संवाद.

दर्शनानुशासनाविषयीं.

या संवादांत विशेषें करून दर्शन कोण – आणि आरशाचें किरण परावर्तन आणि तत्प्रसंगीं समान आरशाचें किरण परावर्तन – गोल बाह्य आरशाचें आणि गोलांतर आरशाचें किरण परावर्तन इत्यादिकांचें कथन केलें आहे.

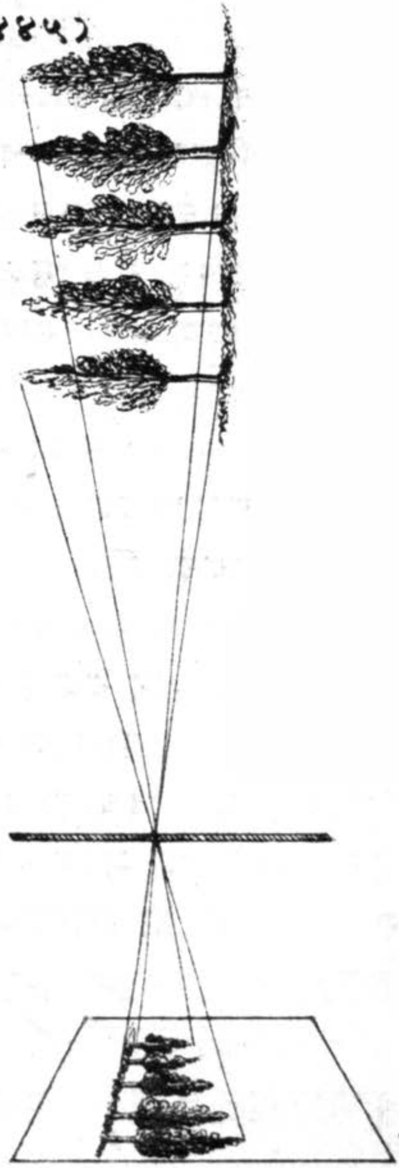
गो०– महाराज दर्शनानुशासनाचे प्रतिपादनार्थ जा आप

पण उपपत्ति बोलणार आहां, त्या ऐकावयास माझे ठायीं अति उत्कंठा झाली आहे. मागील संवादाचे समयीं आमचें पुरतेपणीं समाधान न करितां आह्मास घरीं पाठविलें, यावरून कांहींशी खिन्नता वाटली.

गु०- तूं दूषणें देऊन मला असें दाबून टाकितोस कीं, दूषण निराकरण करणारी जी माझी स्फूर्ति, ती क्षीण होऊन आते आणि ती स्फूर्ति माझे अंगीं यथापूर्व येउं द्यावयास मला अवकाशही देत नाहींस. बरें गोपाळा, दुरून पदार्थ पाहिले असतां ते आपल्या महत्वापेक्षां लहान कां रे दिसतात?

गो०- ते दूर असतात ह्मणून लहान दिसतात.

गु०- पदार्थ लहान दिसण्याचें कारण त्यांचें दूर असणें असें जेंव्हां सांगीतलें, यावरून माझें कांहीं समाधान होत नाहीं, जसें म्यां तुला काहीं कार्यांचीं कारणें सांगीतलीं असतां तुझें समाधान होत नाहीं. हें कारण समजावयास त्वां कामिच्या आवश्यकत्यांत पहावें; ह्मणजे त्यावरून तुला असें कळूं येईल कीं, पदार्थाचे दूरत्वा



रत्वानुरूप जीं त्यांचीं वेगळाल्या परिमाणाचीं महत्वें कळूं येतात, तीं त्यां पदार्थांचे पहाण्यानें नव्हे, तर पदार्थांचीं नेत्रांतर पटलावर उमटतात जीं प्रतिबिंबें, त्यांचे पाहण्यानें कळूं येतात. कामिऱ्याआब्स्क्यूऱ्यांतून पाहिलेली अशी एक झाडांचा पंक्तीची ही पुढील आकृति आहे.

पदार्थांपासून त्यांचा प्रतिबिंबाकडेस जो किरण गमनाचा मा

चा मार्ग, तो त्यारेघांवरून आणावा. आतां पहा जो किरण पहिल्याच झाडाचा शेंड्यावरून येतो, आणि जो त्याचाच बुंधापासून येतो, ते त्याखिडकीचे छिद्रासमीप परस्परांस मिळून कोन करितात, जास दर्शन कोन ह्मणतात. मागील आकृतींत जा कोनातून पहिलें झाड दिसतें त्याचे अंश २५ आहेत असें मानावें. यास दर्शन कोन ह्मणावयाचें कारण कीं, यांतून पदार्थाचें दर्शन होतें. हे दोन्ही किरण त्या छिद्रांत प्रवेश करितेसमयीं परस्परांस छेदून त्या छिद्राचे दोहीं कडेस एकसारिखे कोन करून त्या झाडाचें प्रतिबिंब कामिऱ्या आबृस्क्युऱ्यांत उलटें उठवितात. त्या मुख्य झाडाचे कोनाचे अंशापेक्षां त्याचे प्रतिबिंबाचा कोनाचे अंश लहान आहेत, परंतु त्या प्रतिबिंबित झाडाचे अवयव मुख्य झाडांचा अवयवांचाच प्रमाणानें उठले आहेत.

आतां जें शेवटील झाड, त्याचे शेंड्यापासून व बुंधापासून जे किरण येतात, त्यांहीं करून जो द

र्श

र्शन कोन होतो तो बारा किंवा पंधरा अंशाचा असा वा, आणि जें त्या झाडाचें प्रतिबिंब उत्पन्न होतें, त्याचें महत्व त्या कोनाचा परिमाणानुरूप लहान असतें. सारांश त्या झाडाचा पंक्तीतील दोन झाडां सारिखे समान महत्वाचे पदार्थ असल्यास, त्यांचा दूरत्वानुरूप किंवा शास्त्ररीतीनें बोलिलें असतां, दर्शन कोनाचा महत्वानुरूप त्यांचीं प्रतिबिंबें कामिर्‍या आब्स्क्यूर्‍यांत नाना परिमाणाचीं दिसतात. कसें ही गोष्ट तूं पुरतेपणीं समजलास ना?

गो॰- पुरतेपणीं समजलों.

गु॰- तर तूं आतां असें मान कीं; कामिर्‍या आब्स्क्यूर्‍यांत पदार्थाचें जसें प्रतिबिंब उत्पन्न होतें, तसेंच नेत्रांतर पटलावर होतें.

अरे मूलभूत पदार्थाचें तर महत्व पालटत नाहीं; परंतु त्या पदार्थास जा दर्शन कोनातून पहावें, त्याचे न्यूनाधिक्या प्रमाणें त्यां पदार्थांचे प्रतिबिंबाचें महत्व पालटत असतें. बरें अनुभवास तर

अ-

असें येत असतें कीं, समान महत्वाचे पदार्थ आपल्या दूरत्वा प्रमाणें नाना महत्वाचे दिसतात; तस्मात् आपल्यास मूल भूत पदार्थ दिसतात, किंवा त्यांचें प्रतिबिंब मात्र दिसतें. हें आतां मला सांग ?

गो०- महाराज या उपपत्ती वरून तर आपला सिद्धांत मला प्रमाणिक दिसू येतो. बरें पण पदार्थांचीं प्रतिबिंबें मात्र दिसतात असें ह्मणावें, तर हा जवळचा बैल, याचे प्रतिबिंबापेक्षां पलीकडील जो याचे जोडीचा बैल, त्याचें प्रतिबिंब नेत्रांतर पटलावर काय लहान उमटत असेल ? असें ह्मणावें तर त्यां उभयतांचे महत्वांत किमपीही भेद दिसून येत नाहीं.

गु०- त्यांत बाबा भेद आहे. प्रत्यक्षा योग्य अशा पदार्थाचे दृष्टि दोषें करून आपणास विपरीत ज्ञान होतें परंतु त्या पदार्थांचे महत्वादिकांचें आपणास स्पर्शेंद्रियें करून प्रत्यक्ष ज्ञालें, ह्मणजे तें आरो

पि

पित ज्ञान नष्ट होतें. स्पर्शनीय पदार्थाचे सत्य मह त्वाचें तुला इतकें दृढ ज्ञान झालें आहे कीं, जरी त्याचा महत्वांत दृष्टिद्वारा भेद दिसूं आला, तथापि तो तुला मिथ्याच वाटतो.

बरें त्या पलीकडील घराजवळ जेव्हां तूं असतोस, तेव्हां पेक्षां आतां तें तुला लहान दिसत आहे काय?

गो०- नाहीं, कारण आतां ही मी त्याचे जवळच आहें.

गु०- त्याशीं भिडलेला असतां जितका जवळ तितका आतां नाहींस. आणि असें ही असतां या खोलीचे खिडकींतून तें अवघें तुला दिसूं येत आहे. तस्मात् जा खिडकींतून त्या घरास पहातो आहेस. त्या खिडकीचे आकृती पेक्षां त्याघराची आकृति तुझे नेत्रांतर पटलावर अति सूक्ष्म असावी. तर तें अति लहान कां दिसत नाहीं असें ह्मणशील तर, त्याचे सत्य महत्वाचें जें तुला दृढतर ज्ञान झालें आहे, तेणें करून त्याचे भासमान महत्वावर तुझें लक्ष्य

ला

लागत नाहीं.

जर तूं पदार्थांची आकृति कागद इत्यादिकांवर काढीत असतास, तर अमुक अमुक दूर स्थानावरील पदार्थ किती लहान दिसतो हें तुला ठावकें असतें.

शि० - आपुल्या गांवाजवळच्या देऊळास जो सरळ मार्ग आतो, त्याचे दोंही कडेस दोन एकसारिख्या झाडांच्या पंक्ति आहेत, आणि त्या मार्गाचे एके शेवटापासून पाहिलें म्हणजे त्या हारींतील झाडें जशीं दूर, तशीं तशीं लहान दिसतात, आणि शेवटीं एक बिंदू होई अशीं परस्परांशीं मिळालींशीं दिसतात, बरें याचें कारण काय असावें हो?

गु० - तीं झाडें, आणखी त्यां झाडांमधील मार्ग, हीं आपणापासून जशीं जशीं दूर, तसा तसा यांजपासून दर्शन कोन लहान होत आतो; अतएव त्या मार्गाची रुंदी, आणि झाडांचें महत्व, हीं उत्तरोत्तर उणीं होऊन अंतीं जेथें मार्गाचा शे

वट झालासा दिसतो, व झाडें एकवटलींशीं दिस-
तात तेथें बिंदुरूप होतात.

काष्ठादि साहित्यें घेउन त्यां सांगीतल्या मार्गाची, व देउळाची, म्या आकृति केली आहे, ती पाहिली असतां दर्शन कोनाचे पूर्वोक्त कार्यांचें चांगलें स्पष्टीकरण होईल. या आकृतींत काय काय आहे म्हणशील तर, हीं सहा झाडें येथून त्या षट्कोण देउळापर्यंत, ज्याचे अंतरपटलावर झाडें, देउळ, यांचें प्रतिबिंब उत्पन्न झालें आहे, असा हा डोळा या किरणास पहात आहे.

हा डोळा पहाशील तर स्वाभाविक डोळ्याएवढा केला आहे, आणि झाडें तीन तीन इंचांचीं केलीं आहेत, परंतु हें वैषम्य लक्ष्यांत आणूनये; कारण ही आकृति ज्या व्यापारनियमास दाखवीत आहे, त्यांत काहीं या वैषम्यावरून अंतर येतनाहीं.

६०— या पदार्थांपासून हीं सूत्रें निघून डोळ्याचे बाहु

---

* अशी आकृति करून शिष्यास दाखविली असतां या विषयाचा चांगला बोध होईल.

लीं

त्यांमधून नेत्रांतरपटलाकडेस गेलीं आहेत. हीं सूत्रें मला वाटतें प्रकाश किरणाचा स्थानीं आणावीं, त्यां सारिखीं हीं पदार्थांचीं प्रतिबिंबें नेत्रांतर पटलावर करितात.

गु॰ — होय. या आकृतीचा चांगले प्रकारें बोध व्हावा म्हणून म्या फार किरणाची मात्र योजना केली नाहीं; प्रत्येक झाडापासून दोन दोन किरण आले आहेत

गो॰ — प्रत्येक झाडाचे शेंड्यापासून एक, आणि एक त्याचे बुंधापासून, असेजे दोन किरण यांचा अशारीतीनें चागला बोध होतो. जा नानाप्रकाराचे दर्शनकोनामधून नाना प्रकाराचे दूरस्थानावरील आपण पदार्थ पहातो, त्यां दर्शनकोनांचा बोध बहुत किरणाची योजना केल्यानें झाला नसता.

गु॰ — त्या देउळा पासून डोळ्याकडेस सात किरण आले आहेत, एक त्याचे शिरावरून आणि दोन त्याचे सहाकोन जाजा स्थितीनें आपणास दिसत आहेत त्यां पासून; त्यावरून पदार्थ संमुख किंवा तिर्कस दृष्टीनें पहावें, त्यांचे दर्शनकोन कसे कसे लहानमो

ठ होतात यांचें तुला यथास्थित ज्ञान होईल; पाहिलें असतां देउळाचीं सहाही अंगें समान परिमाणाचीं आहेत, तथापि जें अंग संमुख दृष्टीनें पहावें, तें मोठ्या दर्शन कोनांतून दिसूंयेतें, परंतु जें अंग तिर्कस दृष्टीनें पहावें, तें लहान दर्शन कोनांतून दिसूंयेतें. याचन्यायानें दृष्टिनकाशाचे नियम बांधले आहेत.

ह॰ — दृष्टिनकाशाचे नियम कशाचे न्यायानें बांधले आहेत हें मला कळलें, यावरून मोठा आनंद झाला, कारण म्यानुकताच दृष्टिनकाशा शिकण्याचा आरंभ केला आहे, त्याचे शिकण्यानें माझें किमपि रंजन होणार नाहीं असें वाटूं लागलें होतें; परंतु दृष्टिनकाशाशास्त्र जा विषयाचे आश्रयानें उत्पन्न झालें आहे त्याची आतां मला ओळख झाली, म्हणून दृष्टिनकाशा शिकणें मला गोड वाटूं लागलें.

गो॰ — तेव्हां आपण नकाशा काढिते समयीं केवळ मूलभूत पदार्थांचा आकृति काढित नाहींत, त्यां पदार्थांचा ज्या आकृति आपले नेत्रांतर पटलावर उमटतात त्यां प्रमाणें नकाशा काढितों.

गु० — होय. प्रतिमादिक करिते समयीं पदार्थ जसे वस्तुतः असतात तसे करितात; आणि चित्रें काढिते समयीं पदार्थ जसे दिसून येतात त्या प्रमाणें काढितात. या भेदामुळें दर्शन कोनाचें कार्य तुह्मास समजावून द्यावयास मला अवघड पडलें, आणि त्या कार्याचा तुह्मास बोध व्हावा ह्मणून मला ही काष्ठादिकोंची आकृति करावी लागली.

कृ० — ही आकृति दोन दिवस आमचे जवळ राहूं द्यावी. ह्मणजे हीजो व्यापार दाखवित आहे तो आह्मी पुरतेपणीं समजून घेउं, इचा योगानें कितिएक गोष्टी कळूं येतील. दर्शनकोनाची जाति, दूरपदार्थाचे महत्वाची आरोपित क्षीणता, आणि नेत्रांतर पटलावरील प्रतिबिंबाची उलटि स्थिति, इत्यादिक ही आकृति दाखविते. बरें हीं प्रकाशकिरणस्थानीय सूत्रें जीं पदार्थापासून आलीं आहेत, त्यांचा जसा जसा रंग, तसा तसा यां सूत्रांस रंग कां लाविला आहे ?

गु० — या प्रश्नाचें उत्तर द्यावा आतां तुह्मा मज पासून मिळणार नाहीं, त्याचा जेव्हां प्रसंग येईल तेव्हां तें न

विचारितां सांगेन.

या आकृतीचे व्यापाररीतींत अंतर नयेतां, भिन्न पदार्थ घेउन जर इचा सारिखी दुसरी आकृति करिशील, तर ही मी तुझे जवळ राहुं देतों.

दर्शन कोनाविषयीं जें काहीं बोलणें चाललें आहे तें आतां समास करावें.

मध्यम भागानें प्रकाश पडत असतां, पदार्थापासून जो दर्शन कोन उत्पन्न होतो, तो जर एके विकळे इतका विस्तृत असला, तर तो पदार्थ दृष्टीस पडणार नाहीं, तस्मात् पदार्थ अदृश्य होण्यास दोन कारणें आहेत, ह्मणजे पदार्थाचें अत्यंत लहान असणें किंवा त्याचा दर्शन कोन एके विकळे इतका विस्तृत होई इतकें त्याचें दूर असणें.

याच प्रमाणें पदार्थाचे एक्या वराचे गतीपासून जें वर्तुळाचें खंड उत्पन्न होतें, तें विसां अंशा इतकें विस्तृत होई असा जर त्या पदार्थाचा वेग मंद असला, तर त्याचीगति दृष्टोत्पत्तीस येणार नाहीं.

गो० – पदार्थ अतिदूर असला, तर त्याची गति अति

सत्वर

अंतर असतांही दृष्टोत्पत्तीस येणार नाहीं.

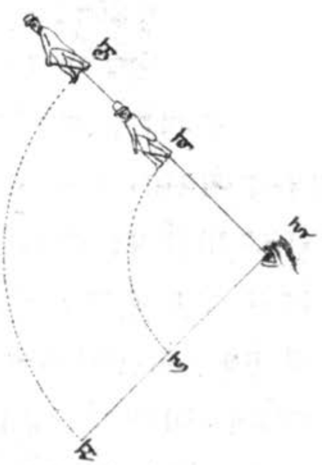
गु० — येणार नाहीं यांत संशय काय; कारण तो पदार्थ जसा जसा विशेष दूर असेल, तसा तसा त्या पदार्थाची गति जांतून दृष्टीस पडते, तो कोन लहान होईल. असा दर्शन कोन दूरत्वानुरूप लहान होतो, म्हणूनच स्वस्थ पदार्थांचे गतीचा अतोनात ही वेग असतां, ती गति दृष्टीस पडत नाहीं.

छ० — एके वरामध्यें २० अंश पदार्थ चालले असाही त्याचा मोठा वेग असतां, त्या पदार्थाची गति दृष्टीस पडत नाहीं, यावरून मोठें आश्चर्य वाटतें.

गु० — एके अंशामध्यें जितका अवकाश असेल तितका पदार्थाचा स्वतंत्र वेग असतो. आणि पहाणारापासून पदार्थ जितका दूर आणि पदार्थाचे गमनमार्गाचें जितकें तिर्यक्त्व तितका प्रत्येक अंशामध्यें अवकाश असतो. आणखी असें आहे, पदार्थ आपणापासून दूर किती, हें कळल्याविना गमन विशिष्ट पदार्थांचा वेग किती असा निर्धार करितां येत नाहीं; कारण एक अ आणि एक ब यांपासून दोन मनुष्यें एकच

सम

चे समयीं चालावयास आरंभ करून आपआपल्या स, ड, रेषा यांचे अंतीं जाउं लागलीं, आणि जर एक्याच समयांत आपले मार्ग क्रमिले असले, तर यांचा चाली ल



हान मोठ्या असाव्या, परंतु इ येथील पहाणारास ते समवेग चालिले असें दिसेल; अशा दिसण्याचें कारण हेंच कीं, जरी अ पेक्षां ब चा मार्ग लहान तथापि अ चे मार्गांत जितके अंश तितकेच ब चे मार्गांत आहेत. दृष्टि इंद्रिय अत्यंत उपयोगी पडतें खरें, परंतु याजवर सर्वदा विश्वास ठेवितां कामास नये; पदार्थांचें महत्व आणि

त्याचा

त्याच्या दूरपणा यां उभयतांचेंही या इंद्रियाच्या योगानें मिथ्याज्ञान होतें; सारांश जर आपल्या अनुभवानें आपल्यास नीट मार्ग न दाखविला, तर आपलीं इंद्रियें आपणास आडरानीं नेउं चुकणार नाहींत.

कृ० — अनुभव आणि इंद्रियें यांचे योगानें आपल्यास पदार्थाचें बहुत करून खरेंच ज्ञान होत असतें.

गु० — होय. आपला व्यवहार चाले असें होत आहे. दृष्टिजन्य भ्रमाचे दूरीकरणार्थ पदार्थाचा महत्वादिकांचें पूर्वज्ञान अवश्य पाहिजे, असें तुला बिंबवून द्यावयास मी एक गोष्ट सांगतों ती ऐक. करतेस कमारें चार वर्षामागें डाकटर शीचमान्ड साहेब, याणी शस्त्रउपायें करून एक्या चौदावर्षाच्या जन्मांधाचे डोळे बरे केले. त्याला प्रथमतः पदार्थाचे महत्वाचें किंवा दूरत्वाचें काहीं सत्यज्ञान झालें नव्हतें. त्यास असें वाटूं लागलें कीं मला जे जे पदार्थ दिसतात ते ते माझे डोळ्यांस लागतात; नंतर जेव्हां तो पदार्थास वारंवार चांचपूं लागला, आणि एके पदार्थापासून दुसऱ्या पदार्थाकडेस जाउं लागला, त्यासमयीं अन्योन्य पदार्थांचीं परिमाणें, स्थानें, व दूरत्व इत्यादिकांचें त्यास

ज्ञान

ज्ञान होउं लागलें.

गो॰ — त्या जन्मांधास डोळ्यांशीं पदार्थ लागतात असें जें भान होई, ही कांहीं असंभाव्य गोष्ट नव्हे, सत्यच होय; कारण पदार्थांचें प्रतिबिंब मात्र आपण पहातों, या विचारापासून असें सिद्ध होतें कीं, त्या प्रतिबिंबाचा आपले नेत्रांशीं वस्तुतः स्पर्श घडत असतो.

गु॰ — त्या जन्मांधास तसें भान व्हावयास तों सांगीतलें तेंच कारण, परंतु तें विपरीत भान पदार्थास चांचपून पाहिल्यानें गेलें.

गो॰ — बरें ज्यापेक्षां आपल्या प्रत्येक नेत्राचा अंतरपटलावर पदार्थाचें प्रतिबिंब उमटतें, त्यापेक्षां एके पदार्थाचे आपणास दोन पदार्थ कां दिसत नाहींत.

गु॰ — प्रतिएक नेत्राचे दर्शनज्ञानतंतूवर किरणाचा असा समान व्यापार घडतो कीं, त्यापासून पदार्थाचीं दोन भानें होत नाहींत केवळ एक भान होतें. अतएव दोहीं डोळ्यांचे दर्शनज्ञानतंतूपासून मनास पदार्थाचें एक ज्ञान होतें, आणि पदार्थ एकच आहे असा निश्चय होतो.

गो॰

गो॰— हीतर गोष्टमला दुर्बोध वाटते, आणि खी कल्पित शी वाटते.

गु॰— बरें तर तुझे प्रत्येक नेत्रांतर पटलावर पदार्थाचें एक एक स्पष्ट प्रतिबिंब उत्पन्न होतें, असें तुझे मनांत बिंबवून घावयास काहीं विशेष आयास लागणार नाहीं. त्या झोंपाळ्याचा दोरीकडे पहा. ती तुला याकाठीचे उजवे कडे किंवा डावे कडे दिसत आहे.

गो॰— कांहीसी उजवे कडेस दिसत आहे.

गु॰— तर आतां तुझा उजवा डोळा झांक, ह्मणजे तोच दोर तुला या काठीचे डावेकडेस दिसूं लागेल.

गो॰— होय. डावे कडे दिसत आहे खरा.

गु॰— या दिसण्याचें कारण हेंच कीं, त्या दोराचा दोन आकृति दोन वेगळाल्या स्थानीं उत्पन्न झाल्या, कांह्मणशील तर तो दोर तुझा उभय नेत्रांचाठायीं प्रतिबिंबित झाला, याप्रमाणें नेत्रांचेठायीं दोन आकृति उत्पन्न होतात; परंतु पदार्थाचें एकच भान होई असा किरणांचा अतिसमान व्यापार प्रत्येक नेत्रांतर पटलावर घडतो, ह्मणूनच एक पदार्थ दिसतो, नाहींतर जांचे

एक

एकडोळ्यास कांहीं रोग झाल्यामुळें उभयनेत्रांवर प्रकाश किरणाचा समान व्यापार घडत नाहीं, म्हणून त्यास असे एके पदार्थाचे दोन पदार्थ दिसतात, तसे आपल्यास ही दिसते.

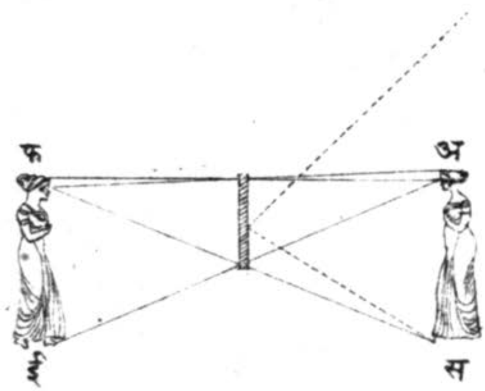
गो० — महाराज कामिच्या आबूस्क्युर्यांत, पडोळ्यांचे दर्शन ज्ञानतंतूवर असें पदार्थाचें प्रतिबिंब उलटें दिसतें, तसें आरशामध्यें उलटें कां दिसत नाहीं, हें कृपाकरून सांगावें?

गु० — जसे प्रकाशकिरण कामिच्या आबूस्क्युर्यांचे छिद्रांत, किंवा डोळ्याचे बुबळांत प्रवेश करून परस्परांस छेदून जातात, त्याप्रमाणें ते आरशामध्यें छिद्रांतून प्रवेश करून परस्परांस छेदीत नाहींत.

जेव्हां तूं आरशामध्यें पहातोस, तेव्हां किरण तुझे नेत्रांपासून त्या आरशावर लंबरूप पडतात, आणि त्या आरशापासून तुझ्या नेत्रांकडे लंबरूपच परावर्तन पावतात; म्हणून पदार्थाचें प्रतिबिंब आरशांत उत्पन्न होतें, आणि बिंबाची स्थिति जशी असते तदनुरूप प्रतिबिंब उत्पन्न होतें.

कृ॰— होय. आपण सांगतां तसाच व्यापार घडतो खरा; बरेंपण हा आरसा माझे इतका काहीं उंच नाहीं; तथापि यांतून माझी अवघी आकृति मला दिसते हें कसें?

गु॰— तुझें अवघें अंग तुला दिसावयास तुझे अर्धा इतका आरसा असला पुरे. ही आकृति पहा



अ ब हा ओं प्रकाश किरण तुझ्या डोळ्यां पासून ब ड आरशावर लंबरूप पडत आहे हा आरशा पासून तुजकडे लंबरूपच रेषेनें परावर्तन पावेल; परंतु स ड किरण तुझ्या पायां पासून त्या आरशावर तिरकस रेषेनें पडेल, कारण हा वर चढल्या विना त्या आरशाशीं पोहंचणार

णार नाहीं; आणि हा तिरकस रेषेनें आरशावर पडतो म्‍हणून ह्या त्या पासून ड अ तिरकस रेषेंत परावर्तन पावेल: आणि स्त्री जे नेत्रांशीं पोंहचतात अशा परावृत किरणाचे मार्गानें आपण पदार्थास पहातों, आणि पदार्थ जितका दूर असतो तितकें दूर त्याचें प्रतिबिंब आरशांत दिसतें, हें प्रत्ययास आणून घावयास अड ही रेघ ई पर्यंत, आणि सड ही रेघ फ पर्यंत काढ, म्हणजे त्यां रेषांचे अंतीं पदार्थाचें प्रतिबिंब उत्पन्न होतें असें कळूं येईल.

कृ० — किरण असे तिरकस होउन जर आरशांत जातात, तर त्या प्रमाणें ते विशेष तिर्यक्त्वानें अतिलहान आरशांतहि पोंहचावे, ते ह्यां मला आपल्या अवघ्या शरीराची आकृति कां दिसूं नये?

गु० — ती कशी दिसेल; किरण जसा विशेष तिर्यक्त्वानें आरशावर पडतो, तसा तो विशेष तिर्यक्त्वानें त्यापासून परावर्तन पावतो; तस्मात् या प्रमाणें तो किरण परावर्तन पावलेला असतां तुझा मस्तकावरून जाईल, आणि तो तुझा दृष्टीस पडणार नाहीं. या प्रकारचा किरण वरील आकृतींत बिंदुरूप करून दाखविला आहे.

आतां

आतां तुझा अंगापासून किरण या आरशावर तिर्कस पडत असा याचे उजवे कडेस रहा.

कृ० — अशा उभे रहाण्यामुळें माझेंतर काहीं प्रतिबिंब या आरशामध्यें उठलें नाहीं.

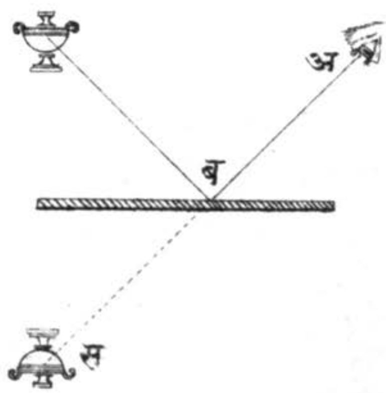
गु० — काहीं उठलें नाहीं असें ह्मणूं नको; उठलें आहे पण तें तुला दिसत नाहीं, कारण पतनकोन आणि परावर्तन कोन समान उत्पन्न झाला, ह्मणून पतित किरण जशा तिर्यक्पणानें त्या आरशावर पडतो, तशाच तिर्यक्पणानें तो त्यापासून परावर्तन पावतो. बरें गोपाळा, या आरशापासून किरण जिकडे परावर्तन पावतात तिकडे उभा रहा आणि यामध्यें तुला कृष्णाची आकृति दिसत आहे किंवा नाहीं हें मला सांग.

गो० — बरें या आरशाकडेस मी कितीसा दूर राहूं? मला वाटतें कृष्ण या आरशाचे जितका उजवे कडेस उभा राहिला आहे, तितकामीं जेव्हां याचे डावे कडेस उभा राहीन, तेव्हां याजवर माझी दृष्टि याजपासून परावर्तन पावलेल्या किरणाचे मार्गानें पडेल. आतां मला कृष्णाची आकृति दिसूं लागली, परंतु ही केवळ माझे

समो

समोर झालेली शी दिसत नाहीं, त्याची त्याज कडे झा लीशी दिसते; आणि कृष्ण जितका या आरशा पुढें दूर आहे, तितकी ही त्याची आकृति या आरशा मध्यें मागें दूर राहिली आहे.

गु॰ — जे किरण आपले नेत्रांवर पडतात त्यांचा रोंख जा दिशेस असतो, त्या दिशेंत आपल्यास पदार्थ सर्वदा दिसतात. आरशाचे योगानें परावृत्त झालेल्या किरणा पासून जें प्याल्याचें प्रतिबिंब उत्पन्न झालें आहे, त्याज कडेस नेत्र पहात आहे, असें ही आकृति दाखविते; अ ब किरणाचे रोंखांत तो प्याला डोळ्यास दिसेल; कारण तोच किरण त्या प्रतिबिंबास नेत्रा कडेस आणितो; आतां तो किरण स पर्यंत लांबी ब स लण जे त्यास स्थळींतें प्रतिबिंब दिसेल.



गो०- अहो कांचतर पारदर्शक पदार्थ आहे, आणि या
जमधून प्रकाश किरण आरपार व्हावे; असें असतां,
ते आरशा पासून परावर्तन पावतात याचें कारण
काय?

गु०- तुला दृश्य असें प्रतिबिंब जा किरणां पासून घ
डतें, ते किरण काहीं आरशाचे कांचे पासून पराव-
र्तन पावत नाहींत, त्या आरशाचे पाठीस जो पारा
लाविला असतो, त्यापासून ते परावर्तन पावतात.
कांचेचा मोठा उपयोग हाच कीं, तींतून किरणास
त्या पाऱ्याकडे यावयाजावयास फारसे आयासही
लागत नाहीं, अशी कांच पाऱ्यास पारदर्शक रूप र
क्षक आहे.

गो०- बरें अशा रक्षणा वांचून एकट्या पाऱ्याचेच कां आ
रसे करीत नाहींत?

गु०- पारा प्रवाही आहे ह्मणून. पाऱ्यांत कल्हईचे
वर्ख मेळविले, ह्मणजे तो चिकीसारखा आड होतो
आणि कांचेस डकविला असतां पाराच आरसा
होतो; अशा आरशास कांचेचें रक्षण नसतें, तर

हा

हा अति उत्तम आरसा होता, कारण कांच कशी ही स्वच्छ असली, तथापि ती पुरतेपणीं पारदर्शक नसते; अशा कारणामुळें तिजमधून येणार जाणार जे किरण, त्यांतील कांहींसे तिजकडून शोषण किंवा भलतसेंच परावर्तन पावून नाहींसे होतात.

कांचेचे आरशांपासून दर्शनादि व्यापार उत्तम प्रकारें घडत नाहीं, ह्मणून दर्शनानुशासनसंबंधीं कितिएक प्रयोग करण्याविषयीं धातूचे आरसे घेऊं लागले.

कृ० - अहो सर्वपरप्रकाश पदार्थांपासून प्रकाशकिरण परावर्तन पावतात, तस्मात् सर्वपरप्रकाश पदार्थ आरसे कांनसावे?

गो० - दादा ही तर तुझी चमत्कारीक कल्पना; जो कोणी जाजा पदार्थास पहात जाईल, त्यात्या पदार्थांत त्यास आपलें प्रतिबिंब दिसत गेलें, तर मग त्याचे आनंदास काय पार सांगावा.

गु० - सर्व परप्रकाश पदार्थांपासून प्रकाशकिरण

परा

परावर्तन पावतात खरे, परंतु पदार्थांचीं बाह्य अंगें प्रायशः अशीं खबर्बरीत उच्च नीच आहेत कीं, त्यां अपासून प्रकाश किरण फारच अव्यवस्थेनें परावर्तन पावतात. यामुळें ते किरण नेत्रांतर पटलावर पदार्थ प्रतिबिंब उत्पन्न करूं शकत नाहींत; दर्शन स्वरूप, व नेत्ररचना, यांचें जेव्हां मी कथन करूं लागेन, तेव्हां या विषयाचा तुला उत्तम प्रकारें बोध होईल.

या आंतणीचे आंतल्या अंगापासून किरण जर परावर्तन पावले, तर त्यांचें परावर्तन मार्ग अनेक होतील, कारण इचे अंगीं किंचित्‌ही समानता नाहीं. सर्व अप्रवाही पदार्थ पाहिले असतां आंतणी सारिखेच असतात. इतकेंच कीं हा उच्चनीचपणा कोठें विशेष असतो, तस्मात्‌ ज्या पदार्थाचे अंगीं समानता व गुळगुळीतपणा येईल, त्यापासून किरण परावर्तन नियमाप्रमाणें परावर्तन पावतील. घनावयवी, अल्पच्छिद्र, आणि अति गुळगुळीत होण्यास योग्य असे जे कठि

ण

ण पदार्थ, त्यांचे अति उत्तम आरसे होतात; म्हणून अतिउत्तम आरसे व्हावयास धातुसारिखा इतर पदार्थ नाहीं.

गो० — लोहादि धातूंपासूनच किरण परावर्तन नियमानें परावर्तन पावतात असें नाहीं, कांहीं इतरही पदार्थ या जातीचे आहेत; कारण मासेकाकाचा चौरंग इतका गुळगुळीत केला होता कीं त्यांत मला रूप दिसत असे.

गु० — तूं बोलिलासतें खरें; परंतु धातूंपेक्षां काचादि पदार्थ अल्पकाळ रहातात व यांजपासून किरण केवळ नियमाप्रमाणें परावर्तन पावतनाहींत म्हणून मला वाटतें कीं धातूंस सोडून यांस कोण्ही आरसा करावयास प्रायशः घेतनाहीं.

दर्शनानुशासनाचा प्रयोग करण्याविषयीं तीन प्रकारचे आरसे उपयोगी पडतात. एकसपाट आरसा, ज्याचें नुगतें वर्णन केलें, व ज्याचा बहुनकरून उपयोग पडतो; दुसरा गोलबाह्यआरसा, आणि तिसरा गोलांतर आरसा; या तिहीं प्रकारच्या आरशांपासून वेगळाल्या प्रकारचें किरण परावर्तन घडतें. सपाट

आर

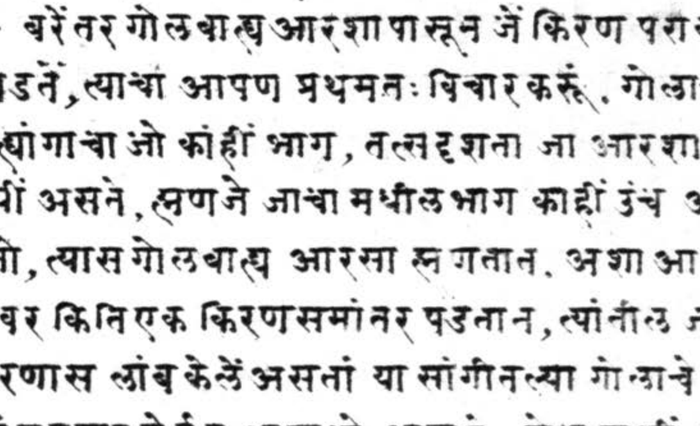
आरशापासून तर किरणाचे परावर्तन मार्गाचा काहीं पालट होतनाहीं, पतितकिरणाचे मार्गासारिखाच परा वर्तित किरणाचा मार्ग असतो, आणि या आरशा समोर जसें बिंब असेल, तसेंच याचे मागें प्रतिबिंब उत्पन्न होतें. गोलबाह्य आरशाचे अंगीं असा एकधर्म आहे कीं, जामुळें या आरशापासून प्रकाशकिरण वर्धमानांतरानें परावर्तन पावतात, आणि असे परावर्तन पावतात म्हणून बिंबापेक्षां प्रतिबिंब लहान होतें; गोलांतर आरशापासून किरणक्षीयमाणांतरानें परावर्तन पावतात, आणि प्रसंगीं याजमध्यें बिंबापेक्षां प्रतिबिंब मोठें होतें.

९० — जगन्नाथ शंकर शेटचे घरांत एक गोलबाह्य आरसा आहे, त्याजमध्यें दिवाणखान्यांतील सर्व वस्तूंचीं लहान लहान रमणीय प्रतिबिंबें दिसतात; आणि म्या एक तेथें गोलांतर आरसा पाहिला आहे, त्यामध्यें पाहिलें असतां मला आपलें मुख विशाल दिसतें, तणें करून मासें वारंवार रंजन होतें. पण महाराज एक्या आरशामध्यें प्रतिबिंब मोठें, व एक्यामध्यें लहान अशीं

की

कां दिसतात, याचें आह्मास कारण सांगावें.

गु॰ — बरें तर गोलबाह्य आरशापासून जें किरण परावर्तन घडतें, त्याचा आपण प्रथमतः विचार करूं. गोलाचे बाह्यांगाचा जो कांहीं भाग, तत्सदृशता ज्या आरशाचे ठायीं असते, ह्मणजे ज्याचा मधील भाग कांहीं उंच असतो, त्यास गोलबाह्य आरसा ह्मणतात. अशा आरशावर कितिएक किरण समांतर पडतात, त्यांतील ज्या किरणास लांब केलें असतां या सांगीतल्या गोलाचे मध्यांतून पार होईल असा जो असतो, तोच याशीं लंबरूप असतो तुह्मा या विषयाचा अभ्यासें बोध व्हावा ह्मणून या आकृतींत मी तीन समांतर रेषा



काढिल्या आहेत, अ ब, स ड, इ फ, यांवरून म न गोल बाह्य आरशावर किरण पडले आहेत असें जाणावें; याचे मधील जो किरण तो या आरशावर लंबरेघेनें पडला आहे आणि दोन दुसरे तिरकस रेघेनें पडले आहेत.

गो॰ — ते तिन्ही किरण तर परस्पर समांतर असतां, त्या आरशाशीं लंबरूप कां नाहींत?

गु॰ — तेसपाट आरशाशीं लंबरूप होतील, गोल बाह्य आरशाशीं होणार नाहींत; जो किरण गोलाकार पदार्थाचे मध्याकडे जातो, तोच त्यावर लंबरूप असतो.

कृ॰ — गुरुत्वाकर्षकत्वानें पृथ्वीच्या मध्याकडेस भारी पदार्थास आकर्षून घेतलें असतां, तो जसा पृथ्वीवर लंबरूप पडतो, तसें घडत असतें.

गु॰ — होय तसेंच. आतां ते किरण जर त्या आरशावर बिंदुरूप रेघांचे मार्गानें ब, फ, या स्थानीं पडतील, तर ते त्याशीं लंबरूप होतील. आणि ही पहा ज्याचे एक्या भागाचा आरसा झाला आहे, अशा गोलाचा जो ओ मध्य, त्याशीं त्या बिंदुरूपरेघा लांब केल्या

स

स मिळतील. आतां अब, सड, इफ, हे तीन कि रण कोण्या मार्गानें परावर्तन पावतील हें तुह्मानें सांग वेल काय?

कृ० — पहातों भरें मा ह्मानें सांगवेल तर. जो मधील कि रण त्या आरशावर लंबरूप पडला आहे, तो त्याज पा सून लंबरूपच परावर्तन पावेल: आणि जे दोन किर ण तिरकस पडले आहेत ते त्याजपासून जफ कडे तिरकस परावर्तन पावतील; ते तिरकस कशावरून ह्मणाल तर आपण जा दोन बिंदुरूप रेषा मारिल्या आहेत, त्या आरशाशीं लंबरूप आहेत, आणि त्यां किरणांचे पतनकोन, आणि परावर्तन कोन, हे वेगळा लेकरून दाखवीत आहेत.

गु० — कृष्णा त्वां तर हें चांगलें उपपादून दिल्हें स: आप ण परावृत्त किरणाचे मार्गानें पदार्थ पहातों, तस्मात् आपणास या आरशामध्यें ल स्थानीं प्रतिबिंब दि सेल, येथें कां दिसेल ह्मणशील, तर त्यां दोन परावृत्त किरणांस आरशा मध्यें लांबविलें असतां, ते ल स्थानीं मिळून प्रतिबिंब उत्पन्न करितात, असें सिद्ध

होतें

होतें. गोलबाह्य आरशाचें बाहेरील अंग, वत्याचा मध्य, हीं या ल स्थानापासून एकसारिखीं दूर दूर आहेत. या स्थानास आरशाचें कल्पित फोकस ह्मणतात.

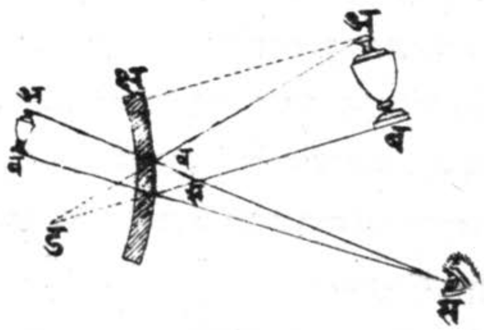
गो० — महाराज फोकस या शब्दाचा काय अर्थ होतो?

गु० — ज्या स्थानाकडे क्षीयमाणांतर किरणाचें संमीलन होतें, तें फोकस होय. यास कल्पित फोकस ह्मणण्याचा हेतू हाचकीं, या स्थानीं किरणाचें वस्तुतः संमीलन होत नाहीं, आलेंसें मात्र दिसतें; कांतर किरण आरशापासून परावर्तन पावतात, ते त्याचे आंत जाउन बाहेर निघत नाहींत.

ह० — गोलबाह्य आरशामध्यें पदार्थास पाहिलें असतां तो लहान कां दिसतो, याचें कारण अजून माझे लक्ष्यांत आलें नाहीं.

गु० — गोलबाह्य आरशापासून वर्धमानांतरानें किरण परावर्तन पावतात, हें त्याचें कारण होय. त्यांतर मागां पाहिलेंच आहे कीं, गोलबाह्य आरशावर जे समानांतर किरण पडतात, ते परावर्तन पावले असतां

वर्धमानांतर होतात. आणखी या आरशावर जे वर्धमानांतर किरण पडतात, ते परावर्तन पावले असतां अतिवर्धमानांतर होतात, आणि क्षीयमाणांतर किरण याजवर पडले असतां, परावर्तनांनीं समानांतर किंवा मंदक्षीयमाणान्तर होतात. (ही आकृति पहा)



गोलबाह्य आरशाचे कोणेका भागा समोर कांहीं अ ब पदार्थ ठेविला असतां, त्या पदार्थाचे खालील वरील अंगापासून जे किरण या आरशावर क्षीयमाणांतराने पडतात, ते याजपासून मंदक्षीयमाणांतराने परावर्तन पावतील; आणि स जवळ आल्या

विना

धिना त्यांचें फोकसाजवळ संमीलन होणार नाहीं; तस्मात् किरणाचे परावर्तन मार्गाकडे दृष्टि लाविली असतां **अ ब** चें प्रतिबिंब, या आरशाचे पाठीमागें **अ ब** स्थानीं दिसून येईल.

गो॰ — परंतु या आरशावर पडलेल्या किरणाचे ठायीं जें क्षीयमाणांतर आहे, त्याजपेक्षां परावर्तन पावलेल्या किरणाचे ठायीं मंद क्षीयमाणांतर दिसून येत नाहीं. परावर्तन पावलेले किरण एक्या स्थानीं परस्पर मिळतात, तस्मात् मासेमतें यांचेठायीं त्वरित क्षीयमाणांतर असावें.

गु॰ — पतित किरणाचे क्षीयमाणांतरापेक्षां परावृत्त किरणांचें अंतर जर अल्प नसतें, तर परावृत्त किरण पतित किरणापेक्षां लौकरच परस्परांशीं मिळते, आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें उशीरानें ह्मणजे दूर जाउन परस्पर नमिळते. जर पतित किरणाचे ठायीं मंद क्षीयमाणांतर मानावें, तर त्या आरशावर जे किरण पडतात ते त्याजपासून परावर्तन न पावतां, सर

ळच पुढें गेले असतां ड फोकसा जवळ एकत्र होती ल, तो ड आरशास जितका जवळ तितका त्यास स नाहीं. तस्मात् परावृत्त किरणाचे ठायीं पतित कि रणांपेक्षां मंदक्षीयमाणांतर, अतएव जा दर्शन को नानें पदार्थास पहावयाचें, तो कोन लहान होतो म्ह णून पदार्थाचें प्रतिबिंब लहान दिसूं येतें; सारांश या आरशास पदार्थ जसा जसा दूर नसें तसें त्या पदार्था चें प्रतिबिंब लहान दिसतें.

शि० — बरें महाराज, त्या पाआ पासून सुटलेल्या किरणा नी त्यागोळ्याच्या आरशावर क्षीयमाणांतरानें अवश्य पडावयास कांहीं हेतु आहे? अ पासून जो किरण सुटला तो जर त्या आरशावर क्ष स्थानीं पडता आणि व स्थानीं नपडता, तर त्या पदार्थाचे खालील वरील अंगा पासून सुटलेले जे दोन किरण ते समानां तर असते, आणि त्या पदार्थाचें प्रतिबिंब लहान झालें नसतें.

गु० — किरण पदार्थाचे सर्व अंगापासून आरशाचे सर्व अंगावर पडतात, तस्मात् त्यां किरण पतनाचा जो

मार्ग

मार्ग दाखविला, त्याही मार्गानें त्या पात्रापासून त्या आरशावर पडत असतात. **अ ब** आणि **ब ञ** हे किरण प्रतिबिंब उत्पन्न व्हावयास कां योजिले आहेत असें ह्मणशील तर, हे आणि यांजमधील अवकाशांत जे काहीं असतात, हे सर्व परावर्तनांती अशा फोकसाचे ठायीं एकत्र होतात कीं, जें फोकस केवळ डोळ्याशीं लागून आतें, इतर किरण ह्मणशील तर, ते परावर्तनांती, स स्थानीं डोळा असल्यास त्याजकडे कदापि येत नाहींत.

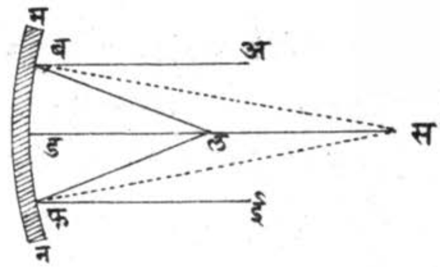
ह्व० — येत नाहींत खरे, **अ क्ष** किरण त्या आरशावर कांहींसा लंबरूप पडला आहे, याकरितां जेथून आला तेथेंच आईल; ह्मणजे तो डोळ्या कडेस परावर्तन पावणार नाहीं, त्यापात्राकडेस परावर्तन पावेल.

गु० — गोलांतर आरशापासून किरण कोणत्या प्रकारें परावर्ततात, हें आतां तुला समजावयास अवघड नाहीं. जा आरशाचा आंतला भाग वाटीचे आंतले अंगा सारिखा काहींसा असतो, त्यास गोलांतर आरसा ह्मणतात. याचे ठायीं एक चमत्कारिक

गुण

गुण असतो, जेणें करून याजवर पडलेले किरण क्षीयमाणांतरानें परावर्तन पावतात.

वरें गोपाच्या म न गोलांतर आरशाव र अ ब, स ड, ई फ हे तीन समानांतर किरण पडले आहेत, हे या आर



शापासून कोणत्या मार्गीनें परावर्तन पावतील हें तुम्हानें सांगवेल काय?

गो० — सांगवेलसें वाटतें. ड स किरण त्या आरशाचे मध्याचेच संधानानें पडला आहे, अतएव तो आपल्या पतित मार्गानेंच परावर्तन पावेल; अ ब आणि ई फ हे तिरकस पडले आहेत म्हणून तिरकस मार्गानें परावर्तन पावतील. आतां या किरणाचे पतन बिंदूशीं मिळन असे बिंदुरूप दोन लंब काढितों, म्हणजे यांचे पतन कोन आणि परावर्तन कोन परस्परांपासून वेगळाले होतील; आणखी अ ब, ई फ

हे

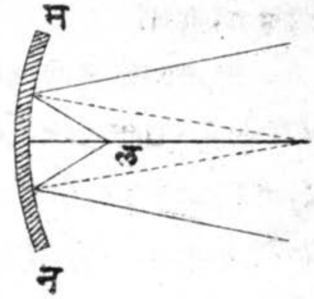
हे ल स्थानाकडे परावर्त्तन मधील किरणाशीं मि ळाल्यास, ते कोन परस्पर समान होतील असें सिद्ध होत आहे.

गु॰.— उत्तम प्रकारें सांगून दिलें बाबा. यावरून त्वां असें समजावें कीं गोलांतर आरशावर कितिएक समांतर किरण पडले असतां, ते सर्व फोकसाकडे परावर्तन पावतात; कारण त्या आरशाचे मध्यापासून जे समानांतर किरण जसे जसे दूर असतात, तसे तसे त्या आरशावर अधिक तिर्यक्त्वानें पडतात, आणि अधिक तिर्यक्त्वानें परावर्तन पावतात; आणि यामुळें असें घडतें कीं, त्या आरशाचे अंगापासून आणि त्याचे मध्यापासून समानांतराने अशा स्थानीं त्या आरशाचे मध्याचे संधानानें जें फोकस रहातें, त्याकडेस ते किरण येउन एकवटतात, हें फोकस गोलबाह्य आरशाचे फोकसा वाणि कल्पित फोकस नाहीं, खरें आहे.

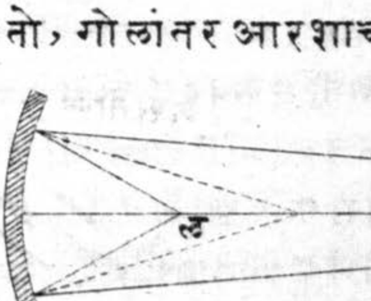
छ॰— परावर्तन पावणार किरणाचे योगानें आरशापासून नानाप्रकारचीं फोकसें उत्पन्न होतात काय?

गु॰

गु० – होय, गोलांतर आरशावर जर क्षीयमाणांतर किरण पडले, तर ते लौकर ल फोकसा जवळ येतात, त्यांस समानान्तर किरणा इतका वेळ यावयास लागत नाहीं, याकरितां समानान्तर किरणाचा फोकसापेक्षां क्षीयमानान्तर किरणाचा फोकस म न आरशास जवळ असतो. आतां जे किरण वर्धमानान्तर असतात, तिहींकरून झालेला फोकस समानान्तर किरणेंकरून झालेल्या फोकसापेक्षां म न आरशास दूर असतो, गोलांतर आरशाचा सत्य फोकस समानान्तर किरणें करून उत्पन्न होतो,



अन्यप्रकारचा किरणें करून होत



नाही. आणखी हाच फोकस त्या आरशापासून आणि त्याचे गोलाचे मध्यापासून केवळ समानांतरानें असतो.

आतां मी तुह्मास या धातुमय गोलांतर आरशानें प्रत्यक्ष सूर्यकिरणाचें परावर्तन दाखवितों. गुळगुळीत, चकचकीत केलेल्या कथलाचा हा आरसा केला आहे, याजवरऊन पडे असें मी यास धरितों, हा फारच चकचकतो आहे, याजकरितां याजवर पडलेले किरण अति तेजोमय फोकसांत एकवटतील. याचा फोकस जा स्थानीं आहे, त्याचे समारानें मी हा कागदाचा तुकडा धरितों; या तुकड्यावर प्रकाशाचा बिंदू पहा किति तेजोमय उठला आहे, आणखी याजवरून ते किरण तरी पहा किती एकवढले असतील : अद्यून तरी हा कागद केवळ फोकसाचे स्थानीं आला नाहीं; यास जसें जसें फोकसाजवळ करीत आहें, तसें तसें याजवरील प्रकाशाचे बिंदूचें तेज वाढत आहे, आणि त्याचें परिमाण कमी होत आहे.

गो

गो०- या प्रकाशाचें परिमाण कमी होण्याचें कारण हेंच कीं, ते प्रकाश किरण एकवटून फार घट्ट होऊं लागले. आतां आपण कागदास केवळ फोकसाचे स्थानीं धरिलेंसें दिसतें, कारण ह्या प्रकाशाचा बिंदू अति लहान व तेजोमय झाला—— महाराज हें काय, या कागदानें तर पेट घेतला!

गु०- प्रकाश किरणांस एकत्र करून फोकसांत आणूं लागलें असतां, त्यां किरण समुच्चया प्रमाणें अल्प किंवा विशेष अग्नि अवश्य एकवटून उत्पन्न होतो; याकरितां अशा आरशास वन्ह्यादर्श ह्मणजे विस्तव पाडावयाचा आरसा असें ह्मणतात.

कृ०- वन्ह्यादर्शाचा ऱ्या फार चमत्कारीक गोष्टी ऐकिल्या होत्या. आतां त्याचे स्वरूपाचें मला ज्ञान झालें यावरून मोठा आनंद झाला.

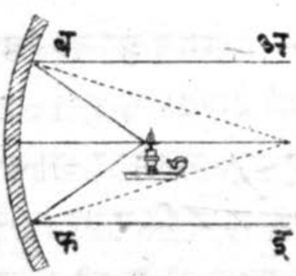
गो०- सूर्य किरण जा आरशावर एकवटतात त्याचें फोकस सत्य नसावे; कारण सूर्य किरण सूर्याचे बिंदुरूप अंगापासून स्फटतात आणखी आर

शा

शावर वर्धमानांतरानें पडतात आणि त्या वर्धमानांतर किरणाचा फोकस सत्य नसतो.

गु०- सूक्ष्म दृष्टीनें पाहिलें असतां सूर्यकिरण वर्धमानांतरानें पडतात खरे, परंतु सूर्य पहा किती अतोनात दूर आहे. अशा दूरस्थानापासून सूर्यकिरण येतात, त्यामुळें त्याचेठायीं वर्धमानांतर किंचित् राहतें, असें कीं, जें दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं; अतएव सूर्यकिरण समानांतरच जाणावे. हे जास्थानीं एकवट होतात, तें स्थान आरशाचें खरें फोकस होय, यांत पदार्थाचें प्रतिबिंब दिसलें जाईल.

आतां मी या आरशास सूर्यकिरणांतून काढितों. बरें याचें फोकस जेथें होतें तेथेंही लहान समय ठेविली, तर इचा प्रकाश या आरशापासून कसा परावर्तन पावेल?



गो०

गो० - हें तर महाराज मला सांगतां येणार नाहीं.

गु० - जो किरण आरशाचे मध्यावर लंबरूप रेघेनें पडतो आहे, तो त्याच रेघेनें मागें परावर्तन पावेल; आतां त्या आरशावर ब फ स्थानीं पडतील असे दोन किरण रेघेनें काढूं; बिंदूरूप जा दोन रेघा काढिल्या आहेत, त्या ब फ शीं लंबरूप आहेत, अतएव ब फ स्थानांतील किरण अ ई कडेस परावर्तन पावतील.

गो० - आहाहा, आतां मला पुरतेपणीं समजलें. गोलांतर आरशाचे फोकसांत ठेविल्या प्रकाशापासून जे किरण फुटतात, ते त्या आरशावर बर्धमानांतरानें पडतात, आणि त्याजपासून समानांतरानें परावर्तन पावतात. मागें जो प्रयोग दाखविला त्याशीं हा प्रयोग विपरीत आहे; कारण त्या प्रयोगदर्शनसमयीं सूर्यकिरण आरशावर समानांतरानें पडले; आणि त्याजपासून परावृत्त होऊन फोकसांत एकवटले.

गु० - होय, जर किरण समानांतरानें आरशावर पडले

ले तर ते फोकसांत एकत्र ह्मावयास क्षीयमाणांतरानें परावर्तन पावतात, आणि जर ते फोकसापासून आरशावर पडत असले, तर ते समानांतरानें परावर्तन पावतात. हा दर्शनानुशासनाचा मुख्य नियम आहे, या नियमास अनुसरून जीं जीं प्रकारांचीं दर्शनें घडतात, तीं तीं तुह्मा उभयतांस ठाउकीं झालीं. आतां तुह्मास या विषयाचें विस्मरण पडणार नाहीं.

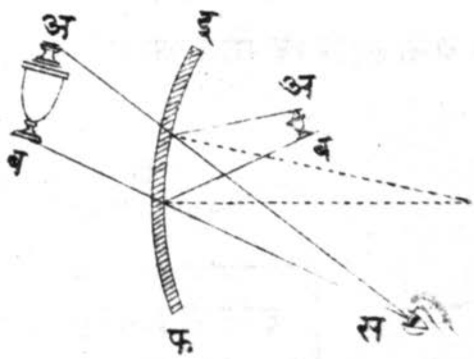
गो०— होय, कदापि पडणार नाहीं. महाराज, आपण ह्मणतां कीं गोलांतर आरशाचे फोकसांत पदार्थाचें प्रतिबिंब दिसतें, परंतु अशा आरशांत म्या बहुत वेळां पाहिलें आहे; जसें गोल बाह्य आरशामध्यें पदार्थाचें प्रतिबिंब दिसतें, त्याच प्रमाणें या गोलांतर आरशाचे ठायीं दिसतें हें कसें?

गु०— तूं सांगतोस तसें गोलांतर आरसा, आणि त्याचें फोकस, या उभयतांचे मध्यभागीं पदार्थ आला, तरच त्या पदार्थाचें प्रतिबिंब दिसतें, आणखी तें मोठें ही होतें; अन्यथा फोकसांत दिसतें

गो०

गो० — बिंबापेक्षां प्रतिबिंब या आरशाचे ठायीं मोठें कां हो दिसतें?

गु० — गोलांतर आरशाचीं कार्यें गोलबाह्य आरशाचे कार्यांशीं प्रायः विलक्षण असतात; कां म्हणशील तर, गोलांतर आरशाचे ठायीं किरणास क्षीयमाणांतर प्राप्त होऊन दर्शनकोन लहान होतो, आणि गोलांतर आरशाचें ठायीं किरणास वर्धमानांतर प्राप्त होऊन, दर्शनकोन विशाल होतो. यास दृष्टांत,



इ फ गोलांतर आरसा, आणि याचा फोकस, याचा मध्यभागीं जर **अ ब** पदार्थ ठेविला, तर त्याजपासून किरण **इ फ** आरशावर वर्धमानांतरानें पडतील, आणि तेथून **स** नेत्राकडे आकृतीं

त

त दाखविलेल्या मार्गानें परावर्तन पावतील हा मार्ग आरशाकडेस वर्धमानांतरानें झाला आहे, ह्मणजे पदार्थापेक्षां दर्शन कोन मोठा आहे, याकरितां इ फ आरशीमध्यें अ ब बिंबापेक्षा प्रतिबिंब मोठें दिसेल.

परप्रकाश पदार्थापासून प्रकाशाचें जें परावर्तन घडतें, त्याचें तर तुह्मास ज्ञान प्राप्त झालें; आतां पुढचा बेठकीस किरणवक्रीभवन ह्मणून एक प्रकाशाचा धर्म आहे, त्याचें कथन करीन, आणि तें याच कथनासारिखें गोड आहे.

इतिषोडशसंवादः

अथ सप्तदश संवाद

किरण वक्रीभवन आणि रंग यां विषयीं
या संवादांत पारदर्शक पदार्था मधून
प्रकाशाचा आरपार प्रवेश- कि-
रणवक्रीभवन - वातावरण कृत
किरणवक्रीभवन - लेन्साचे योगा
नें किरणवक्रीभवन - प्रिजमाचे
योगानें किरणवक्रीभवन - प्रका
श किरणाचे रंग - पदार्थांचे रंग-
इत्यादिकांचें निरूपण केलें आ-
हे.

गु० - आज प्रकाशवक्रीभवनाविषयींसंवादहोऊं द्यावा.

गो० - प्रकाशवक्रीभवन किंवा किरणवक्रीभवन याचें मला किमपिही ज्ञान नाहीं.

गु० - पारदर्शक पदार्थांमधून प्रकाश पार होत असतां त्या पदार्थांचें जें कार्य प्रकाशावर घडतें, त्यास प्रकाशवक्रीभवन किंवा किरणवक्रीभवन म्हण

तात

तांत. परप्रकाश पदार्थांवर किरण पडले, ह्मणजे
त्यां पासून ते परावर्तन पावतात, आणि पारदर्श-
क पदार्थांवर पडले असतां त्यां मध्यें त्यांचा प्रवेश
होऊन पार निघतात; आतां प्रत्ययास असें आ-
लें आहे कीं एक्या पारदर्शक पदार्थामधून, दुस-
ऱ्या विषम दादर्ष्य पारदर्शक पदार्थामध्यें, तिर्यक्
गतीनें किरण जाऊं लागला तर त्याचे मार्गाचा पा-
लट होतो.

गो०– त्याचे प्रथम मार्गाचा पालट होतो, त्यापेक्षां त्या
किरणावर दुसरी एक प्रेरणा घडली पाहिजे, नाहीं
तर पालट होणार नाहीं.

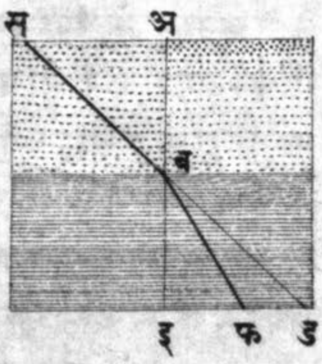
गु०– किरणाचे मार्गाचा ज्या कारणेंकरून पालट हो
तो, तें कारण अद्यापि समजलें नाहीं, तें अमुकच
असा पूर्ण निश्चय झाला नाहीं; अल्पदादर्ष्य पारद-
र्शक पदार्थापेक्षां विशेष दादर्ष्य पारदर्शक पदार्थें-
करून तो किरण विशेष आकर्षण पावल्या सारि-
खा भास होत असतो. आतां आपण असें कल्पावें
कीं एक वायु, आणि एक जल, असे दोन पारदर्शक

प

पदार्थ आहेत; तेव्हां जर वायूमधून किरण निघून पाण्याम ध्यें आऊं लागला, तर तो पाण्यानें विशेष आकर्षिला आईल.

कृ॰- बरें त्या किरणास पाणी कोणी कडेस आकर्षून घेतें?

गु॰- अशी पृथ्वी पदार्थास आपल्या कडे लंबरेषेंत आकर्षून घेते, तद्वत् किरणास जल आकर्षितें. जर जलावर किरण लंबरूप पडला तर किरणाचा जो पतन मार्ग त्याच मार्गी किरणावर जलाकर्षण घडतें, म्हणून किरण मार्गाचा पालट होत नाहीं, तो किरण सरळ मार्गी इ कडेस जातो. परंतु स, ब, सारिखा तो जलावर जर तिरकस पडला, तर त्याजवर जलाकर्षण घडून त्याचे मार्गाचा पालट होईल. आपण असें कल्पूं कीं,



वि

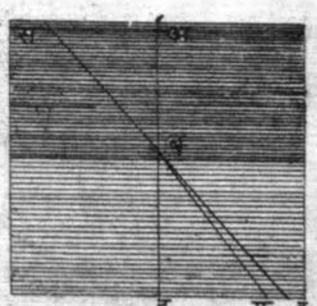
विशेष सदार्ढ्य पारदर्शक पदार्थाचे अंगाशीं किरण जाउन पोंहचला आहे, इतक्यांत त्या पदार्थाचें त्याअवर आकर्षण पडलें; आतां या अकर्षणास कांहीं प्रतिरोधक नसलें, तर हें त्या किरणास लंबरेषेनें इकडेस नेईल; परंतु त्या किरणावर उत्सर्जन प्रेरणेचा व्यापार घडत असतो, असा कीं जाचा नाश जलाकर्षणेंकरून होत नाहीं; तेव्हा त्या किरणावर दोहों प्रेरणांचे व्यापार घडत असतात, तेणेंकरून तो त्यां उभय प्रेरणांचा रोखामधून मार्ग काढून जाऊं लागतो; ह्मणजे आपला जो मूळ मार्ग उकडेचा, त्यांतून न जातां, अथवा जलाकर्षण व्यापाराधीन न होऊन इकडेही न जातां, फकडेस जाऊं लागतो, याप्रमाणें तो किरण वांकलेला किंवा भंगलेलासा दिसतो.

गो॰- याचा तर मला चांगल्या प्रकारें बोध झाला; बरें याच कारणामुळें काय जलामध्यें वल्हे, काठी, इत्यादिक पदार्थ, वांकलेले दिसतात?

गु॰- वल्हें इत्यादिकांपासून जे किरण परावर्तन पावतात

वतात, त्याचें वक्रीभवन होतें ह्मणजे ते वक्रता पाव तात, ह्मणून तें वल्हें तसें दिसतें; जां किरणें करून आपल्यास वल्हें दिसतें, ते जलापासून वायूंत येतात, त्यामुळें तें वल्हें वांकडें दिसावयाजोगी किरणास वक्रता प्राप्त होते; आणि याप्रमाणें सदाढ्य पदार्थापासून सवैरल्प पदार्थांत, किरण परावर्तन झालें, ह्मणजे अशीच किरणास वक्रता प्राप्त होते.

गो०– किरण सदाढ्य पदार्थापेक्षां सवैरल्प पदार्थापासून विशेष आकर्षण पावत नाहीं, किंबहुना उणेंच पावतो; असें असतां सदाढ्य पदार्थापासून सवैरल्प पदार्थांत, किरणाचें परावर्तन झालें, ह्मणजे ते वक्रता पावतात.



गु०– सदाढ्य पदार्थापेक्षां सवैरल्प पदार्थापासून किरणास अल्पही आकर्षण झालें, तथापि त्यांस वक्रता येते. ही आकृति पहा. स ब किरण कांचे पासून

पाण्यांत तिरकस मार्गानें जात आहे, असें ही आकृति दाखविते: ह्मणून किरण जा पाण्यांत शिरणार त्याचे पेक्षां, जा कांचेतून निघाला, तिजपासून विशेष आकर्षण पावेल. कांच त्या किरणास आकर्षून अ ब रेखांत न्यावयास पहाते, आणि त्याचे अंगीं जी उत्सर्जन प्रेरणा आहे, ती त्यास फ कडेस नेऊं पहाते; तस्मात् तो किरण ब अ आणि ब फ यांमधून ड कडेस जाईल.

कृ० - सारांश सवेरल्प पदार्थापासून सदार्ट्य पदार्थांत किरण गेले असतां, त्यांस जी वक्रता प्राप्त होते, आणि सदार्ट्य पदार्थापासून सवेरल्प पदार्थांत गेला असतां, जी वक्रता येते, त्या दोन्ही परस्पर विरुद्ध असतात.

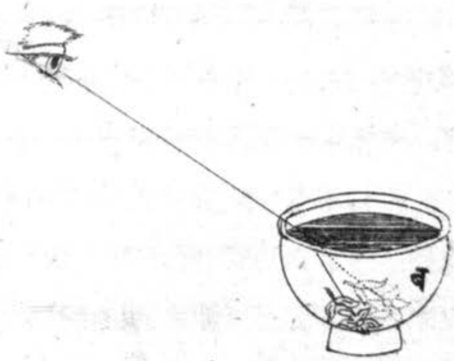
गो० - बरें किरणाचा सदार्ट्य पदार्थाशीं स्पर्श होण्याचे पूर्वी, त्यास तो पदार्थ आकर्षून वक्रता आणीत नाहीं काय?

गु० - आणितो, पण ती वक्रता दृष्टोत्पत्तीस यावयाजोगी नसते; कारण किरणाचा सदार्ट्य पदार्थाशीं स्प-

शीं छावयास अत्यंत अल्प अंतर आहे इतक्यांत कि रणावर पदार्थाचें आकर्षण घडतें, या मुळें असा भास होतो कीं, किरण सदार्द्र पदार्थातून निघोन सवेरल्प पदार्थांत जाऊं लागतांच वक्रता पावतो.

किरणास वक्रता कशी, व कशामुळें होते, हें तर तुला मागील आकृतीवरून सामान्यतः समजलें, आ तां अशीच किरणाची वक्रता मी तुला प्रत्यक्ष दाखवितों. बरें या वाटींत पैसा आहे हा तुला दिसतोना?

कृ०- होय-



पण आतां ती वाटी आपण माझ्या पासून कांहींशी दूर केली, त्यामुळें तोपैसा वाटीचे कांठ हीं करून अंतरित झाला.

ती वाटी तेथेंच असूंदे, आणि तूंहीं जेथला तेथेंच आतां बैस, मी ती पाण्यानें भरितों, म्हणजे तोपैसा तु-

ला

ला पुनः दिसूं लागेल.

कृ०- खरा हो खरा दिसूं लागला! हा व्यापार कसा घडला हें मी तुह्माजवळ उपपादन करून पाहतों. तो पैसा मला दिसूं नये इतकें जेव्हां आमण त्या वाटीस मज पासून दूर केलें, तेव्हां त्या पैशापासून जे किरण परावर्तन होते, त्यांचा माझे डोळ्याशीं स्पर्श होईनासा झाला, परंतु आपण वाटी पाण्याने भरली, तेणेंकरून ते किरण पाण्यापासून आकर्षण पावून वक्रता पावले, आणि वांकून माझे डोळ्यांत यथापूर्व शिरले, असें घडतांच तो पैसा मला दिसूं लागला.

गु०- त्वांतर केवळ याथातथ्यानें सांगून दिलें. वरील आकृति पुनः पहा, ह्मणजे या व्यापाराचें तुला चांगलें स्मरण राहील. आणखी एक ऐक, तुला तो पैसा दिसला खरा, परंतु तो जा स्थानीं वस्तुतः होता, तेथेंच त्यास त्वां पाहिलें नाहींस, त्याचें जें प्रतिबिंब किरण वक्रतेमुळें वर झालें होतें, तें त्वां पाहिलें. आणखी असें आहे कीं, आपल्या नेत्रांत किरण प्रवेशाते समयीं त्यांचा जसा जसा रोंख असतो, त्या त्या रोंखांत पदार्थ स्थित आहे,

अर्से

असेंच कोणताही पदार्थ पाहिला असतां सर्वदा दिसतें, ह्मणून वक्रता पावलेल्या किरणाचा जोरोंख, त्याचे व अंतीं तोपैसा दिसेल.

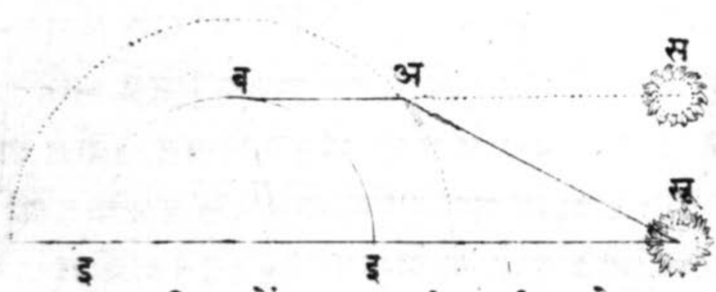
कु०- तेव्हां नद्यादिकांचा स्वच्छ जळाचे तळींपाहिलें असतां जलादिकांचीं तळें काहीं वरतीं झालीं शीं भासतील, कारण त्यां तळांपासून जे किरण परावर्तन पावतात, तेही त्याजलांतून निघून वायूंत शिरतेसमयीं वक्रता पावतात.

गु०- असें घडतें ह्मणूनच पाणी अधिक उथळ दिसतें. अशा दिसण्यावरून किति एक अनर्थ घडले आहेत; जे कोणी नद्यादिकांचे ठायीं स्नान करितात, त्यांस या आरोपित उथळपण्या विषयीं सांगून सावध करावें; नाहीं तर ओंडपाणीं कोणेसमयीं बुडवून टाकील. पाण्यावर होडी चालत असतां तिजमधून जर पाहिलें, तर असा आरोपित उथळपणा दिसत नाहीं; कारण तेव्हां तळीं लंबरूप पहातां येतें, आणि तेव्हां आपल्याकडे परावर्तन पावलेले किरण पाण्यामधून निघून वायूंत लंबरूप शिरतात, त्यामुळें त्यांस वक्रता येत

नस-

तसते.

किरण वक्रते मुळें आपणास स्वस्थपदार्थ आप-ल्या स्वस्थानीं दिसूं येत नाहीं. स्वस्थ पदार्थापासून जो प्रकाश आपणावर पडत असतो, तो त्यांजपासून वातावरणामधून येत असतां, त्यास वक्रता प्राप्त हो-ते. तेणेंकरून आपणास सूर्य तारा दिसतात; वक्र-ता पावलेल्या किरण गमनाचे मार्गानें या आकृति प्र-माणें दिसतात.



या आकृति मध्यें इ, ब, इ, ही पृथ्वी आहे. इजपासून वातावरणाची किती उंची आहे हें बिंदुरूप रेघ दाख-विते. सू सूर्यापासून जो किरण फांकतो तो या वाता-वरणावर अ स्थानीं निरकस रेघेनें येउन पडतो, ते-थून तो वक्रता पावून ब कडेस जातो; आतां वक्रता

पावलेल्या किरणाचे रोंखानें आपणास पदार्थ दिसतात, तस्मात् ब स्थानाहून पहाणारास स्न सूर्य आपल्या स्वस्थानीं दिसावयाचा तर, त्याचें प्रतिबिंब स स्थानीं दिसेल.

क्रु० - परंतु सूर्य केवळ आपल्या मस्तकावर तळपत असला तर, त्याचे किरण वातावरणावर लंबरूप पडून वक्रता पावणार नाहींत. आणि याप्रमाणें घडलें असतां. आपणास स्वतः सूर्य आपल्या स्वस्थानीं दिसेल.

गु० - आपण जे उष्ण खंडांत राहणारे यांचा मस्तकावर दोन प्रहरीं सूर्य तळपतो असें आपणास मात्र दिसतें; परंतु शीतोष्ण समखंडांत राहणारे जे विलायती लोक यांस असा दिसत नाहीं. कारण सूर्य त्यांचे मस्तकीं कधींच तळपत नाहीं; अतएव त्याजपासून जे किरण तद्देशस्थांवर पडतात, ते वक्रता पावतात. स्वस्थ पदार्थ आपल्या स्वस्थानीं आपल्यास दिसत नाहीं यास आणखी ही एक कारण आहे: प्रकाशाचे अंगीं अत्यंत वेग असतो. तथापि त्यास सूर्यापासून पृथ्वीवर यावयास ८॥ मिन्युटें लागतात; इतक्यांत सूर्य जितकें पुढें जाववेल

ति

तका आतो. परंतु तोतेथें आपले दृष्टीस पडत नाहीं, साडे आठ मिन्युटां पूर्वी जा स्थानाकुन आपल्यावर किरण पाडले, त्याच स्थानीं त्यांच किरण रोंखानें आपणास दिसतो.

कृ० - सूर्य जातो असें जेव्हां ह्मणतां, तेव्हां मला वाटतें आपण त्याचे ठायीं चलनाचा आरोप करितां, तो पृथ्वीचा दैनंदिन गतीकरून होत असतो.

गु० - पृथ्वीचे ठायीं गति असो अथवा स्वस्थ पदार्थांचे ठायीं असो, तथापि फळ एकच: असें आहे पदार्थ असे आपणास भासतात त्याप्रमाणें त्यांचें वर्णन करायास कांहीं आयांस लागत नाहींत, परंतु पदार्थ जसे वस्तुतः आहेत, तसें वर्णन केलें असतां प्रसंगीं कांहीसे आयास लागतात.

गो० - तेव्हां प्रातःकाळीं सूर्य याम्योत्तराकडेस ह्मणजे मध्यान्हीं येत असतां त्यास जर पाहिलें, तर तो वस्तुतः जा स्थानीं असेल, त्यास्थानाचे खालील स्थानीं दिसेल; कारण त्याजपासून प्रकाशास आपणाकडेस यावयास जो काळ लागेल, तितक्यांत तो वर

ता चढेल.

शु० - परंतु किरणगमनामुळें सूर्य वरता चढला असतां जसा खालीं दिसतो, तसाच तो किरण वक्रीभवनामुळें खालीं असतां वरती चढलासा दिसतो, तस्मात् तो परस्पर विरुद्ध या दोन उपाधीमुळें खालींवर न दिसतां आपल्या स्वच्यास्थानीं दिसेल.

गो० - आणखी, मध्यान्ह कालानंतर ह्मणजे सूर्य अस्त होऊं लागतां, किरण वक्रता पावतात, आणि पृथ्वीकडेस किरणगमनास जो वेळ लागतो, इहींकरून सूर्य वस्तुतः खालीं गेला असला, तथापि त्याचें प्रतिबिंब कांहींसें उंचच दिसेल.

गु० - वातावरणेंकरून सूर्यकिरणांस वक्रता येते, यामुळें दिवस कांहींसे मोठे होतात, कारण सूर्योदय झाला नसला तथापि या उपाधीनें सूर्यप्रतिबिंब आपणास दिसतें, तसेंच सूर्य अस्तासही गेला असला तथापि त्याचें प्रतिबिंब दिसते; अशा समयीं त्याचें प्रतिबिंब कां दिसतें ह्मणशील, तर तो समरेषेचा खालीं असतो तथापि त्याचा प्रकाश वातावरणावर पडतो

आणि

आणि वातावरणा पासून तो प्रकाश वक्रत्व पावून पृथ्वीकडे परावर्तून सूर्यप्रतिबिंब दाखवितो. याच प्रमाणें त्याचा उदयापूर्वीं जे किरण वातावरणावर पडतात; ते त्याजकडून वक्रता पावून पृथ्वीकडेस येतात, आणि सूर्य प्रतिबिंब दाखवितात.

गो०- आणखी प्रकाशासही पृथ्वीवर पडावयास साडे आठ मिन्युटें लागतात; तस्मात् प्रकाश आपल्या कडेस पोंहचे इतक्यांत सूर्य समरेषे वरनाच ढतो.

रू०- बरें महाराज खिडक्यांस जा कांचा लाविल्या असतात त्याहीं करून प्रकाश वक्रता पावत नाहीं काय?

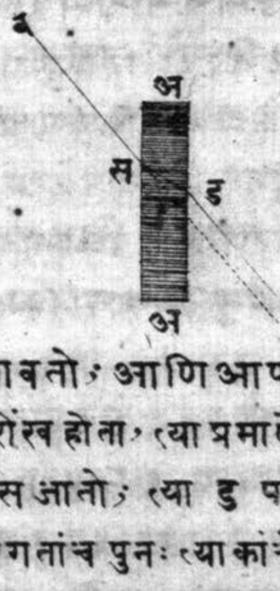
गु०- पावतो परंतु तो दृष्टोत्पत्तीस येत नाहीं; कारण जाची एक सारखी जाडी, अशा कांचेचे तुकड्या मधून किरण बाहेर निघते समयीं त्यांस दोनस्थळीं वक्रता प्राप्त होते, आणि त्या वक्रता परस्परांशीं विषम असतात, याजकरितां किरणाचा व्यापार उभयवक्रतेचे समयीं असा समान असतो कीं, आणूं किरणास व

कता

कता प्राप्त झालीच नाहीं.

छा० - या भाषणाचा मला तर बोध होत नाहीं.

गु० - ही आकृति पहा म्हणजे चांगला बोध होईल; ज्याची एक सारिखी जाडी असा जो हा अ अ कांचेचा तुकडा यास कांठाकडून पहावें आतां ब किरण कांचेचेजवळ स स्थानीं गेला असतां, त्या



कांचे करून तो वक्रता पावतो; आणि आपला जो बिंदूरूप रेघेनें दाखविलेला रोंख होता, त्या प्रमाणें न जातां या कांचे मधून इ कडेस जातो; त्या इ पासून तो किरण वायूमध्यें जाऊं लागतांच पुनः त्या कांचे करून वक्रता पावतो; परंतु ही वक्रता इ पासून बिंदुरूप रेघेशीं विषम. अशा ई रेघेंत होते, म्हणून तो किरण ई कडेस जातो. यावरून तूं असें पहा कीं, बस किरण आ

णि

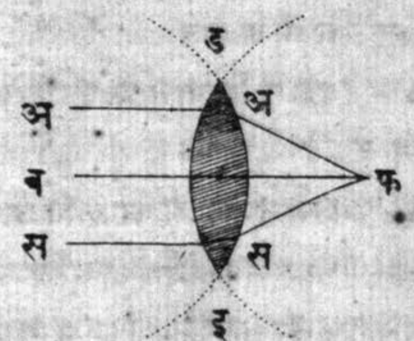
णि ड इ किरण हे परस्पर समानांतर अतएव अशा प्रसंगीं प्रकाशास कांहीं वक्रीभाव होतो असा भास होत नाहीं·

छ·- तेव्हां किरण कांचेमध्यें शिरला असतां, जें त्या-जवर कार्य उत्पन्न होतें, तें कार्य किरणानें त्या कांचेस सोडितांच नाहींसें होतें· किंवा शास्त्रीय रीतीनें ह्मणाल तर असें सिद्ध होतें कीं, एका पदार्था मधून दुसऱ्या पदार्थांत किरणाचा प्रवेश झाला, आणि दुसऱ्या मधून पहिल्या पदार्था मध्यें पुनः प्रवेश झाला· ह्मणजे किरणास जे वक्रीभाव समांतर प्राप्त होतात तर ते खरे परंतु किरणास भिन्नभिन्न रेख प्राप्त होतात, त्या मुळें अशा प्रसंगीं किरणावर कांहीं कार्य उत्पन्न झालें असें दिसत नाहीं·

गु·- याच प्रमाणें किरणास वक्र करणारे पदार्थांचीं दोनही अंगें परस्पर समानांतर असलीं ह्मणजे जो किरण अशा पदार्थांमधून पार होतो, त्याजवर त्या पदार्थां पासून कांहीं कार्य घडलेंसें दिसत नाहीं; परंतु जर त्या पदार्थाचीं अंगें परस्पर विषम असलीं तर

त्यो

त्या किरणास पूर्वोक्त दोन वक्रीभावा प्रमाणें वक्रता मा स होते. ज्याचीं दोन्हीं अंगें गोलवाट्याकार असे जे प्रायशः कांचरूप पदार्थ त्यास लेन्स ह्मणतात. अशी ही एक कांचेची लेन्स आहे. इजवर समानांतर किरण पडले असतां, जो किरण इजवर इचे ध्रुवरेषेनें पडतो तोच इचे अंगाशीं लंबरूप असतो, इजवर जे किरण तिर्कस पडतात ते इचा योगानें वक्रता पावून इचे ध्रुवाकडेस जातात. आणि इजपासून कांहींसें दूरजें स्थान, ज्यास लेन्साचें फोकस ह्मणतात, तेथें ते परस्पर मिळतात.



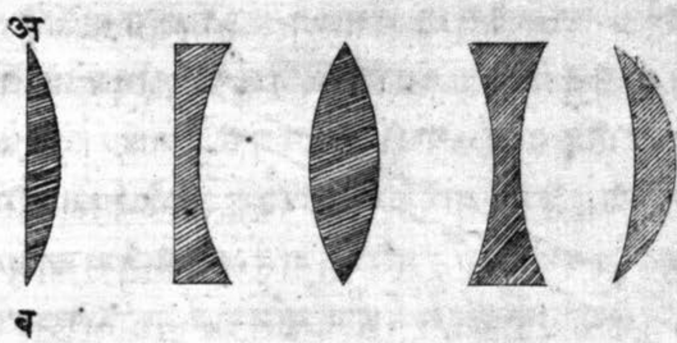
आतां अ ब स हे तीन किरण, त्या ड इ लेन्सावर पडले आहेत, यांतून अ स हे दोन किरण इ ड मधून अ स कडेस जातांना वक्रता पावले, आणि इ

ड मधून बाहेर पडतांच आजा रेषेंत वक्रता पावले होते, त्यात्या रेषेंत पुनः वक्रता पावले, येणेंकरून हे किरण फ फोकसाजवळ जो ब किरण निघाला आहे, त्याशीं आऊन मिळतात.

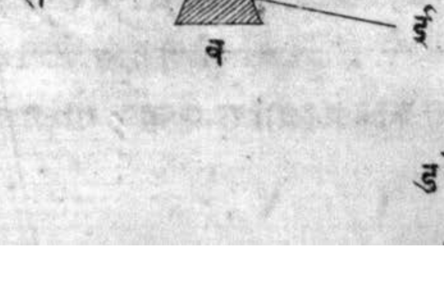
कृ०- बरें लेन्सेपासून आपलें फोकस किती दूर असतें ?

गु०- लेन्सेची जशी आकृति असते, व ज्या पदार्थाची लेन्स केली असते, त्या पदार्थाचे अंगीं जशी किरण वक्रीकारक शक्ती असते, त्या प्रमाणें त्या लेन्सेचें फोकस तिजपासून दूर असतें; ज्याचीं दोन्हीं अंगे एकसारिखीं गोल बाह्यांगाकार अशा लेन्सेचें एकादें अंग गोलाचा कांहीं एक भाग होय. याकरितां लेन्सेचे आश्रयानें जी गोलाकृति उत्पन्न होईल, तिजपासून तिच्यामध्य जितका दूर, तितकें तिजपासून लेन्साचें फोकस दूर असतें; किंवा मध्यापासून गोलपाद जितका दूर तितकें लेन्सेचे बाह्यांगापासून दूर असतें.

लेन्स नाना आकारांचे आहेत. ते आकार या आकारां प्रमाणें आणावे.



जा लेन्सेचें बाह्यांग गोल बाह्याकार तीचा असा धर्म आहे कीं, तिजवर प्रकाश किरण पडले असतां त्यांस सर्वांस ती लेन्स आपल्या मागें फोकसाजवळ एकत्र करिते; आणि जा लेन्सेचें बाह्यांग गोलांतराकार, तीचा असा धर्म आहे कीं, तिजवर प्रकाश किरण पडले असतां त्यांस सर्वांस ती लेन्स-आपल्या मागें प्रसृत करिते. क्ष व या गोलांतराकार लेन्सेवर अ स किरण प



डले

डले, तर ते किरण जो ब किरण लेन्सेचे ध्रुवावर पडला आहे त्याजकडेस क्षीयमाणांतरानें आत नाहींत, तर त्या लेन्सेंत शिरतां आणि तिजमधून बाहेर पडतां तिचीं जीं आड अंगें, त्यांहींकरून ते किरण आकर्षिले जातात, याकरितां त्यांचें प्रथम वक्रीभवन होते समयीं अ स कडेस वर्धमानांतरानें जातात, आणि दुसऱ्या वक्रीभवनसमयीं ड इ कडेस वर्धमानांतरानें जातात, याप्रकारें ते प्रसृत होतात.

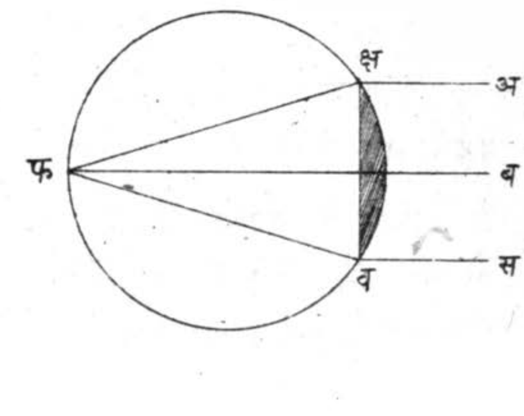
गो० - जीचीं दोनही अंगें गोलबाह्याकार किंवा गोलांतराकार अशा लेन्सेकरून जितकें किरण वक्रीभवन होतें, तितकें किरण वक्रीभवन एक सपाट व एक गोलबाह्याकार किंवा गोलांतराकार अशीं जा लेन्सेचीं अंगें असतील, तेणें करून होत नसेल.

गु० - होय नाहीं होत, जीचें वरील अब लेन्सेसारिखें एक अंग सपाट, व एक अंग गोलबाह्याकार, अशीस एकांगगोलबाह्याकार लेन्स ह्मणतात. आणि स लेन्से सारिखें जीचें एक अंग सपाट व एक अंग गोलांतराकार अशीस एकांगगोलांतराकार लेन्स ह्मणतात.

एकांग

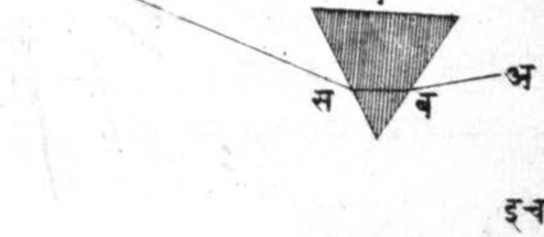
एकांग गोलबाह्याकार लेन्स ही गोलाचा एक अंश आहे, अतएव इचा आश्रयानें जो गोल होईल त्याचे कर्णरेषे एवढें या लेन्सेचें फोकस होईल ही आकृति पहा.

अ ब स, हे समानांतर किरण क्ष व लेन्से कडून फ फोकसा कडे आणिले आहेत. जीस प्रीजम् ह्मणतात, अशी जी कांचेची त्रिकोण कांब तेणें करून



किरण वक्रीभवन कोण त्या प्रकाराचे होतें हें आतां मीं तुह्मास सांगतों ही आकृती पहा.

कृ० — या कांचेचीं तिन्हीं अंगें सपाट आहेत; ह्मणून



इचा

ऱ्या योगानें किरण फोकसांत एकवटले आणार नाहींत; आणि जीचीं दोन अंगें सपाट असा जो कांचेचा तुकडा तेणेंकरून जसें किरणाचें वक्रीभवन होतें, तसें ही इज पासून होणार नाहीं; याकरितां प्रिजमापासून कोणत्या प्रकाराचें किरण वक्रीभवन होईल याचें मला अनुमान होत नाहीं.

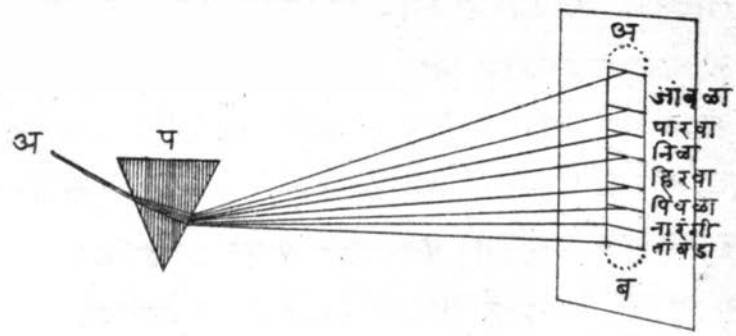
गु० — प्रिजमांत प्रकाश शिरतांना आणि त्यांतून बाहेर पडतांना, त्यांचीं जीं वक्रीभवनें होतात, त्यांचा मार्ग एकसारिखाच असतो. **प** प्रिजमांत किरण शिरते समयीं **ब** पासून **स** कडेस त्याचें वक्रीभवन होतें, आणि तीजमधून निघतानां **स** पासून **ड** कडेस होतें.

हा व्यापार मी तुह्मास प्रत्यक्ष करून दाखवितों; परंतु याकरितां या खोलीचे खिडकीस एक लहान भोंक पाडावें, आणि त्या एक्याच भोंकांतून एक किरण खोलींत येई असें खिडकीस लावावें. आतां हा किरण आंत येतो आहे, यास या प्रिजमेकरून वक्रीभवनातें पाववितों, ह्मणजे पहा कोणतें कार्य उत्पन्न होईल.

गो० — आहाहा, खिडकीचा पुढील भिंतीवर पहा कितीं

सुंदर

सुंदर रंग उठले हो! हे सर्व रंग तर इंद्रधनुष्याचे होत, यांचा तेजा सारिखें तेजस्या कोण त्याही रंगाचा ठायीं पाहिलें नाहीं.



कृ० — पाण्याचा थेंबावर उन पडत असतां त्या थेंबांत किंवा अनेककोनाचा पांढऱ्या बिलोरांत यां रंगां सारिखें मला कांहीं दिसलें आहे; अहो केवळ पांढऱ्या कांचेतून इतक्या प्रकारांचे चांगले तेजयुक्त असे रंग तरी कसे उत्पन्न होउं शकतात?

गु० — हे रंग कांहीं प्रिजमेपासून उत्पन्न होत नाहींत, किरणाचे अंगीं असतात. हे त्याचे अंगीं त्याचें वक्रीभवन होण्याचे पूर्वींच असतात.

गो॰ — परंतु किरणाचें वक्रीभवन झाल्यापूर्वीं तोतर केवळ शुभ्र दिसत होता.

गु॰ — रंगयुक्त किरण मिळून सूर्याचा प्रत्येक किरण झाला आहे. याकरितां रंगयुक्त किरण परस्परांत मिसळले असतां रंगहीन किंवा शुभ्रमय दिसूं लागतात. प्रकाश आणि रंग यांविषयीं जाणें थोर थोर अपूर्व कल्पना जगांत प्रकट केल्या आहेत, असाजो ऐजाक् न्यूटन, याणेंच प्रथमतः प्रकाशाचे एक्या शुभ्र किरणाचें वक्रीभवन केलें, त्यासमयीं रंगयुक्त किरणांचा समुदाय मिळून एकेक शुभ्र किरण उत्पन्न झाला आहे, असें त्यास कळुं आलें, कारण मागील आकृती प्रमाणें एक्या वक्रीभवन पावलेल्या किरणापासून रंगयुक्त किरण वेगळाले होउन तांबडा, नारंगी, पिंवळा, हिरवा, निळा, पार्वा, आणि जांबळा असे रंगाची क्रमसिद्ध हारची हार भिंतीवर उत्पन्न झाली.

कृ॰ — बरें पण प्रिजम यां रंगयुक्त किरणांस कशी वेगळाली करिते?

गु॰ — किरणवक्रीकरणें करून करिते. रंगयुक्त किरणाचे

अंगीं

अंगीं अधिकउणें विभाज्यत्व असतें असें पहाण्यांत आलें आहे; याजकरितां जाजा किरणाचे अंगीं जसें जसें विभाज्यत्व असतें, त्या त्या प्रमाणें तो किरण प्रिज्ममामधून वेगळाल्या मार्गें बाहेर पडतो. जांबळ्या रंगाचे किरण आपल्या प्रथम मार्गापासून फार एकीकडेस जातात; असें कीं अ ब जें स्पेक्ट्रम ह्मणजे रंगपंक्ति याचे एक्या शेवटास ते दिसूं लागले आहेत, त्यांचा जवळ निळे रंगाचे दिसूं लागले आहेत; कारण यांचे अंगीं कांहींसें अल्प विभाज्यत्व आहे: याचे जवळ हिरव्या, पिंवळ्या, नारंगीरंगाचे आणि शेवटीं तांबडे रंगाचे दिसूं लागले आहेत कां तर यांचे अंगीं सर्वरंगित किरणापेक्षां अल्प विभाज्यत्व आहे.

गो० — बरेंपण हेरंग परस्परांत मिश्रित केले असतां यांचा शुभ्ररंग कसा होत असेल?

गु० — तें मा ह्मानें सांगवत नाहीं; परंतु प्रत्यक्षतः असा व्यापार घडत असतो कीं, स्पेक्ट्रमांत जो रंग जाजा मानानें दिसत आहे त्यात्या मानानें तो रंग घेउन सर्व एकत्र केले असतां ते आपले अंतःकरणांत शुभ्रतेचें ज्ञान उत्पन्न

करितात

करितात. हें पहावयाचें असलेंतर एक्या जाड कागदाचा तुकड्यावर हे सप्तरंग समभागानें लावून, त्यास टांचणी चे अग्रावर अति त्वरेनें फिरीव, ह्मणजे तो कागदाचा तुकडा शुभ्रदिसूं लागेल.

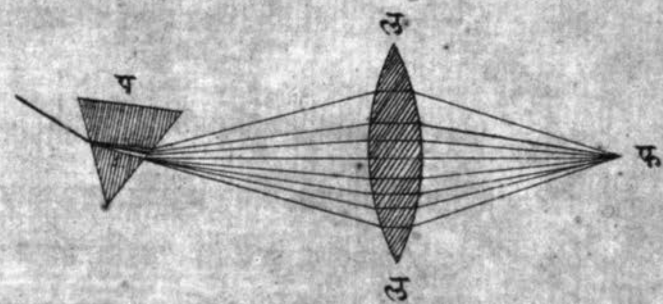
परंतु नानारंगाचे किरण मिळून एक शुभ्र किरण उत्पन्न झाला आहे, यासजर केवळ समर्पक प्रमाण ह्मणशील तर, हे सर्वरंगित किरण यथापूर्वक एकत्रकेले असतां, यांचा एक प्रकाशमय शुभ्र किरण उत्पन्न होतो.

गो॰ — तर मग एक प्रकाशाचा शुभ्र किरण घेउन, त्याचे पूर्ववत् विभाग करावे, आणि ते विभाग एकत्र करून जसा किरण होता तसाचा तसाच करावा, असें झाल्यास आमुचें पुरते पणीं समाधान होईल.

गु॰ — असें करायास काय अवघड आहे. हेजे रंगित किरण या प्रिजमानें वेगळाले झाले आहेत, यांस या लेन्सावर पाडिलों ह्मणजे हे या लेन्साचे योगानें क्षीयमाणान्तर होउन फोकसांत एकवटतील; हे असे एकत्र होउन वक्रता पावण्याचा पूर्वील स्वरूपा प्रमाणें शुभ्र दिसों लागले, तर मग बाबा नाना प्रकारचे रंगित

किरण

किरण मिळूनच शुभ्र किरण उत्पन्न झाले आहेत, अशी तुमच्या मनाची खात्री व्हावी.



हें प प्रिज़म या शुभ्र प्रकाश किरणास विभागून याचे सात रंगित किरण करितें, आणि ल ल लेन्स त्यां सप्त किरणास फ फोकसा कडे एकत्र करितें, या करितां तेथे पूर्ववत् शुभ्र दिसूं लागले आहेत.

गो॰ — आहाहा, किरण जसा होता तसाच केवळ आपण करून दाखविला किं हो; हा तर प्रयोग अति मनोरंजक आणखी त्वरित निवाडा करून देणार सा वाटतो.

कृ॰ — इतकें ही आपण दाखविलें, तथापि महाराज किरणाचे अंगी सप्तरंग आहेत या विषयीं माझें समाधान होत नाहीं; माझा मतें तर स्पेक्ट्रमामध्यें मुळीं तीन

च रंग असावे; तांबडा, पिंवळा, आणि निळा, आणि हे परस्पर मिळतात तेणेंकरून बाकीचे चार रंग उत्पन्न व्हावे, कारण रंग भरतेसमयीं म्या असें पाहिलें कीं तांबडा आणि पिंवळा रंग, एकत्र केला असतां त्याचा नारंगी रंग होतो; कांहींसा तांबडा व कांहींसा निळा एकत्र केला असतां आंबळा होतो; आणि पिंवळा व निळा यांचा हिरवा होतो. आतां रंगीत किरण पुरते पणीं वेगळाले होत असें त्यांचें पृथक्करण प्रिज़मे करून होत नसेल, आपले विभाज्यता प्रमाणें जेजे रंग परस्पर जवळ असतील, तेते रंग परस्परांवर फांकत असतील, आणि परस्पर एकत्र झाले असतां त्यांपासून नारंगी, हिरवा, आंबळा, आणि गुलीचा असेजे पूर्वोक्त तीन रंगामध्यें असणार हे उत्पन्न होत असतील, अशी येथें साहजिक संभावना होते.

गु॰— परंतु ही नुसी संभावना केवळ खोटी नाहीं, किंवा केवळ सत्य नाहीं. जासारिखें उत्तम प्रकारें किरण पृथक्करण पूर्वीं कोणी केलें नव्हतें, असा जो डाकृटर उलस्तन् याणें कांहीं एक इंचें रुंद आणि पानाही पेक्षां अति

पातळ

पातळ अशी एक प्रकाशाची पट्टी प्रिजमावर पडूं दिल्ही, त्यासमयीं जें स्पेक्ट्रम उत्पन्न झालें त्यामध्यें चार रंग मात्र उठले; परंतु त्यांजे मुख्य रंग ह्मणून सांगीतले तेच तें केवळ नव्हतें, तेथें तर तांबडा, हिरवा, निळा, आणि जांबळा हे रंग उठले होते. आणखी तांबड्या आणि हिरव्या शेवटाजवळ पिंवळ्या रंगाची एक अति बारीक रेघ दिसत होती. ही रेघ ह्मणशील तर डाकतर उलस्तनच्या सांगण्या प्रमाणें तांबड्या आणि हिरव्या प्रकाशाच्या बाजू परस्परांवर पडून उत्पन्न झाली.

गों० — परंतु तांबडा व हिरवा रंग एकत्र केला असतां त्यांपासून पिंवळा रंग उत्पन्न होत नाहीं.

गु० — हातानें केलेल्या रंगापासून होत नाहीं; परंतु स्पेक्ट्रमांतील जे मुख्य रंग त्यांपासून होत असेल. डाकतर उलस्तनाचे पहाण्यांत आणखी हीं कांहीं आलें आहे: जा छिद्रांतून प्रकाशाची पूर्वोक्त पट्टी येत होती तें छिद्र त्याणें रुंद करितांच असें झालें कीं स्पेक्ट्रमांतील रंगीत किरणांचे रंग आपआपल्या जवळच्या रंगावर फांकून परस्पर मिळून गेले. आणि हे जसे जसे फांकले,

तशी

तशी तशी स्फेक्रमांतील प्रतिएकरंगित किरणानें व्यापलेली जीआगा तिही वाढली. यावरून डाक्तर उलूस्तनानें असें कल्पिलें आहे कीं, तांबडा आणि हिरवा हे परस्पर मिश्रित झाले, त्यामुळें यां उभय रंगामध्यें नारंगी आणि पिंवळा असे दोन रंग उत्पन्न झाले, आणि जो निळा रंग होता त्याची एक बाजू हिरव्यांत मिसळली, आणि एक बाजू जांबळ्यांत मिसळली, याप्रमाणें सर्वरंग मिळून इजाक् न्यूतनानें जें स्फेक्रम सर्वांचे आदीं पाहिलें होतें, व जें म्या तुम्हांस दाखविलें, तसें एक उत्पन्न झालें.

प्रिजम जसें रंगित किरणास वेगळालें करितें, तसाच पाउसाचा प्रत्येक थेंब त्यांस वेगळालें करितो, या करितां सूर्यकिरण पाउसाचा धारांमधून पार होते समयीं त्याचें पृथक्करण होतें, तेणें करून इंद्रचाप उत्पन्न होतें, यांत स्पेक्रमांतील सर्व रंग सक्रम उत्पन्न होतात.

कॄ॰ — गोलांतर आरशाचे योगानें सूर्यकिरण जसे फोकसांत एकवटतात, तसे तेलेन्साचे योगानें एक

वट करितां येतील काय ?

गु० — येतील यांत संशय काय. गोलांतर आरशापासू न सूर्य किरण परावर्तन पावले असतां जें कार्य उत्प न्न होतें, तेंच कार्य सूर्य किरण लेन्साचे योगानें पृथ क्करण पावले असतां उत्पन्न होतें; भेद पाहिला अ सतां इतकाच कीं, ते किरण लेन्सेमधून पार होउन तीचेमागें फोकसांत एकवटतात, आणि ते गोलांत र आरशावर पडल्यास त्यापासून परावर्तन पावून त्याचे पुढें फोकसांत एकवटतात. सूर्य किरण फोक सांत एकवट करावयास ज्या लेन्सा उपयोगी पडतात त्यांस अग्न्युत्पादक कांच ह्मणावें, आतां उन्हाचा चा गला भर झाला आहे; याकरितां सूर्यकिरण या लेन्से वर पाडले असतां त्यांचा तुला फोकस करूं येईल.

कृ० — केवळ स्पष्ट करूं येत आहे हो: येथें ते सर्व किर ण एकत्र झाले आहेत, तें स्थान फार सतेज झालें आ हे. आतां मीं त्यास्थानांत, अर्थात् त्या फोकसांत ए क कागदाचा तुकडा धरितों, ह्मणजे तो पेटतो किंवा हीं हें पहातों. फोकसांत जो तेज बिंदू उत्पन्न झाला

आहे

आहे, तो तर अति सतेज झाला आहे, परंतु हा कागद् अशून कांहीं पेट घेत नाहीं.

गु॰— बरें तांबडा कागद् धरून पहा; — हा कागद् तर तेथें धरितांच पेटून गेला.

गो॰— हा तर मोठा चमत्कार; पाहिलें असतां पांढऱ्या कागदावर जितकें तेज पडत होतें, तितकें कांहीं या तांबड्या कागदावर पडलें नाहीं.

गु॰— लेन्स जां किरणांस फोकसांत एकत्र करितें, ते किरण उभयपक्षीं गणने विषयीं समान असतात, मग त्या फोकसांत पांढरा कागद् धरा किंवा तांबडा कागद् धरा; आतां त्या फोकसांत पांढरा कागद् अतिसतेज दिसतो, याचें कारण असें आहे कीं, त्या कागदावर पडलेले किरण यांतून बहुतेक किरण त्या कागदांत शिरत नाहींत, त्याज पासून परावर्तन पावतात; आणि असे परावर्तन पावतात यामुळें तो कागद् पेटत नाहीं, परंतु तांबडा कागद् बहुतेक किरणांस शोषितो, आणि थोडक्या किरणांस आपल्या पासून परावर्तवितो, याकरितां तो लोकर उष्ण होउन पेट घेतो.

गो॰

गो० — हें तर फार चमत्कारिक आहे, बरें पण पांढऱ्या का कदापेक्षां तांबडा कागद अधिक किरणांस कां शोषितो?

गु० — या तुझ्या प्रश्नाचें समर्पक उत्तर द्यावयास मी कां- हीं समर्थ नाहीं. याविषयाचा विचार अनुमानोक्तिक रून मात्र करितां येईल, याकरितां आपण असें कल्पा वें कीं, कोणे एके पदार्थाचे ठायीं सूर्य किरण शोषून घे ण्याची किंवा परावर्तन पावविण्याची जी योग्यता, तीत्या पदार्थाचे अतिसूक्ष्मावयव रचनेस अनुसरून अस ते; आतां हीरचना अनेकप्रकारची आहे, याकरितां कितिएक पदार्थ एक्याच रंगीत किरणास परावर्तवि तात, आणि दुसऱ्यांस शोषून टाकितात; कितिएक पदार्थ सर्वप्रकारचा किरणांस आपणापासून पराव र्तवितात, आणि कितिएक त्यांसर्वांस शोषून घेतात.

कृ० — अमुक रंगाचे किरणांस पदार्थ आपणापासून परावर्तवितात, आणि अमुक रंगाचे किरणांस शोषू न घेतात, हें आपण कशावरून जाणतां?

गु० — जा रंगाचे किरणास पदार्थ परावर्तवितो, त्यारंगा चा तोपदार्थ दिसतो; असें कशावरून म्हण शील तर

परा

परावर्तन पावलेल्याच किरणांहींकरून आपणास पदार्थ दिसतो, याकरितां त्या किरणांचा जो रंग असेल, त्याच रंगाचा तो पदार्थ दिसेल.

गो० - पण महाराज आपणास सर्व पदार्थ आपल्या स्वाभाविक रंगानें दिसतात; गवत, झाडें, पाहिलीं असतां निळीं, हिरवीं; आकाश अस्मानी रंगाचें, आणि फुलें अनेक रंगांचीं दिसतात.

गु० - बरें पण गवत हिरवेंच कां झालें आहे? - याचें कारण हेंच कीं तें हिरव्या किरणास सोडून सर्व रंगांचे किरणांस शोषितें; तस्मात् गवत आणि झाडें यांपासून जे किरण आपल्या डोळ्याकडे परावर्ततात, ते हिरवे असतात, आणि त्या पदार्थावर हिरवा रंग दाखवितात. याच प्रकारें आकाश आणि फुलें यांपासून जा नाना रंगांचे किरण परावर्तन पावतात, तेच नाना रंग त्यांचे ठायीं दिसतात: गुलाबाचे फुलापासून तांबडे किरण, हिरवे ओंब्यापासून निळे, आणि चांप्याचे फुलांपासून पिंवळे किरण परावर्तन पावतात.

गो०

गो० - गवत, फुलें यांजवर सूर्य किरण प्रकाशोत अथवा न प्रकाशोत, तथापि आपण सांगितलेले रंग याच्या ठायीं निरंतर असतात.

गु० - कोणत्यातरी प्रकाशेंकरून फुलें प्रकाशित झालीं पाहिजेत, त्याच समयीं त्याचे ठायीं ते रंग दृष्टीस पडतील; आतां प्रकाश कोणत्याही कारणापासून उत्पन्न होवो, तथापि त्याची जाती एकच जाणावी, गवत, फुलें, आणि सृष्टींतील प्रत्येक रंगीत पदार्थ, यांस जे रंगीत किरण रंगयुक्त करितात, ते सर्व मिळून तो प्रकाश झाला आहे असें जाणावें.

गो० - पण महाराज गवत हिरवेंचें हिरवेंच, आणि पुष्पें जशींचीं तशींच रंगीत राहतात, मग हीं अंधारांत असोत अथवा यांजवर प्रकाश पडलेला असो.

गु० - जशीं प्रकाशांत तशींच हीं अंधारांत राहतात. असें तूं कशावरून मानितोस?

गो० - तसें मानिल्यावांचून परिणामच नाहीं.

गु० - भलेभले, तुझा मानण्याच्यातर केवळ शास्त्रीय हेतू आहे! परंतु काय करावें गवत पुष्पें यांस म्या अंधकारांत कधीं पाहिलें नाहीं याकरितां बाबा तुझा

मतास

मतास मला अनुमोदन देतां येत नाहीं.

गो॰— तर मग आपल्या मतें अंधकारांत कोणता रंग असतो?

गु॰— कोणताही असत नाहीं अर्थात् काळा असतो. प्रकाशा विना पदार्थ कदापि दिसत नाहीं. प्रकाश म्हणालतर रंगित किरण मिळून झाला आहे, अतएव रंगास सोडून एकटा प्रकाश असूं शकणार नाहीं; आतां अंधकारांत सर्वपदार्थ काळे किंवा रंगहीन असतात तथापि ते दृष्टीस पडतांच रंगयुक्त होतात. त्यांजवर जे रंगित किरण पडतात, ते त्यांजपासून आपल्या नेत्रांकडे परावर्तन पावतात, तेणेंकरून ते आपल्या दृष्टीस पडतात, तस्मात् ते प्रकाशाचाच योगानें रंगित होतात आणि रंगित होतात तेव्हांच आपणास दिसतात.

गो॰— आपलें हें सर्व भाषण मला तर सत्य दिसतें, आणि याजवर मला कांहीं दूषण सुचत नाहीं; तथापि मला हें असंभाव्य वाटतें. अहो पण आपण अवघेजण अंध कारांत

कारांत कोळशा सारिखे काळे होउन जातों काय; अशी गोष्ट मनांत येतांच माझे रोमांच उभे रहातात!

गु॰— तुझे रोमांच उभे नराहोत, तुं कोळशा सारिखा काळा होतोस त्या समयीं तुला कोणीच पहाननाहीं.

गो॰— बरें याजवरून कांहींतरी जीवास समाधान आहे. अहो या सृष्टींतील सर्व पदार्थ चित्रविचित्र रंगें करून अतिरमणीय दिसणारे हें सोडून काळे होउन जातात, अशी कल्पना स्मरली असतां कशी वाईट लागणार नाहीं बरें!

गु॰— अरे पण प्रकाश किरणांहीं करून सृष्टि प्रकाशित मात्र व्हावयाची, तर ती रंगित झाली, ह्मणून तिची शोभा काय उणी झाली; आणि रंग हे पदार्थांचे सांसिद्धिक धर्म असायाचे, तर औपाधिक धर्म झाले, ह्मणून काय त्यांचें सौंदर्य कमी झालें?

सृष्टि केवळ सुशोभित दिसावी, आणि तेणेंकरून ती आनंदमय उपभोगाचें उत्पत्तिस्थान व्हावी, एतदर्थ ईश्वरानें इला चमत्कारिक, दर्शनीय, आणि चित्रविचित्र रंगें करून शृंगारिलें आहे; आपण इला

कधि

कधिंही पाहिलें असतां इच्या अंगीं रंगाचें भूषण शो भत असतें, मग ही आपल्या दृष्टीस न पडायाचे स मयीं तें भूषण अंगावर घालित नसली, तर त्याचा आपणांस कां खेद वाटावा?

कृ० — महाराज, गोपाळ बोलतो आहे ह्मणून मला बो लावें लागत नाहीं; परंतु त्याचाच सारिख्या मासे ठायीं शंका उठत आहेत; यां आमचा शंकांची निवृ त्ति, मला एक प्रयोग सुचला आहे तो सिद्ध झाल्या स, तत्क्षणींच होईल. पदार्थ अंधकारांत असतां त्याचे ठायीं रंग असतो किंवा नाहीं, हें त्याच समयीं प हावयास आपण निश्चय समर्थ नाहीं. तर प्रिजमे क रून जा प्रकाश किरणाचें वक्रीभवन झालें आहे त्यां त एक रंगित पदार्थ धरूं, आणि आपलें मत खरें अ सल्यास, तो पदार्थ स्वभावानें कोणत्याही रंगाचा अ सला तथापि तो जा रंगाचे किरणांत ठेविला असेल, त्याच रंगाचा दिसूं लागेल; कारण त्याजवर अन्य जा तीचे रंगित किरण पडत नाहींत ह्मणून तो जा किर णांत असेल त्या वांचून अन्य किरणांतें परावर्तवूं श

कणार

कणार नाहीं.

गो० — आहाहा! कृष्णा तुला ही अति उत्कृष्ट युक्ति सुचली; कसें महाराज आपलें मत या कसवटीस लावून पहातां?

गु० — होय पहातों, पण हें पहायास, या खोलींत काळोख करून जा किरणाचें पृथक्करण करावयाचें तोच मात्र इजमध्यें येउं दिला पाहिजे; नाहींतर इतर शुभ्रकिरण या खोलीच्या नाना भागांपासून परीक्षा करावयाचे पदार्थावर परावर्ततील. बरें कोणत्या पदार्थानें तूं हा प्रयोग पाहूं इच्छितोस.

गो० — त्या गुलाब फुलानें: हें पहा हा जो याचा सुंदर रंग आहे हा याजपासून नाहींसा करितां येईल नां?

गु० — येईल किं नाहीं तें पहा. मीं यास प्रथमतः तांबड्या किरणांत धरितों - या फुलाच्या रंगाचें जें तेज होतें, त्याचे पेक्षां आतां अधिक वाटलें. बरें आतां याचा खालचीं पानें पहा.

गो० — हीं तांबडीं दिसत नाहीं किंवा हिरवीं ही दिसत नाहीं, हींतर जांवळ्यांत किंचित् तांबडा अशा रंगाचीं

दिसत

दिसत आहेत!

गु० — तीं कदापि हिरवीं दिसणार नाहींत, कारण त्यांस हिरवे किरण परावर्तावयास मिळत नाहींत; तीं तांबडीं ही दिसत नाहींत, कांतर हिरवे पदार्थ बहुतेक तांबड्या किरणास शोषितात. पदार्थांनीं कितिएक किरणांस शोषून घ्यावें आणि कितिएकांस परावर्तावें अशी योग्यता त्यांचे ठायीं त्यांचे अवयवरचनेच्या सूक्ष्मते मुळें आहे. परंतु ती अवयव रचना केवळ एकसारिखी सम नाहीं, विषम आहे. याकरितां पदार्थ शुद्ध एक्याच रंगाचा किरणांस परावर्तवित नाहींत आणि शुद्ध एक्याच रंगाचा किरणास शोषून घेतनाहींत. जा किरणें करून जा पदार्थाचे रंगाचा निश्चय होतो, ते किरण त्या पदार्था पासून विशेषतः परावर्तन पावतात, आणि इतर किरण रंगाचा क्रमा प्रमाणें जसे जसे त्यापदार्थाचे रंगास जवळ असतात, तसे तसे त्या पदार्था पासून बहुत किंवा थोडके परावर्तन पावतात, असें कळूं आलें आहे. अतएव या फुला खालील हिरव्या पाना पासून थोडकेच तांबडे किरण परावर्तन पावत आहेत, जांचा

तांबडे

तांबडे पणा यां पानांचा स्वाभाविक काळेपणांत मिळून यांपानांचा रंग कांहींसा जांबळा केला आहे; जर यां पासून एकही तांबडा किरण परावर्तन पावत नसता तरहीं केवळ काळीं दिसतीं. आतां हें गुलाबाचें फूल निळ्या किरणांत धरितों.—

गो॰— आहा हा! कृष्णा महाराजांचें मत खरें आहे; या फुलाचा तांबडा हीरंग गेला किरे, हें तर कांहिंशा जांबळ्यानें मिश्रित निळ्यारंगाचें दिसतें आहे.

कृ॰— जें कांहीं आपण आजपर्यंत शिकत आलों, त्यां सर्वांपेक्षां हा विषय अतिचमत्कारिक होय. बरेंपण महाराज, या फुलाचा रंगापेक्षां याचा हिरव्या पानांचा रंग अधिक सतेज दिसतो आहे, याचें कारण काय?

गु॰— त्यां हिरव्यां पानां पासून निळे आणि पिंवळे असे दोन प्रकारचे किरण परावर्तन पावतात. यां प्रकारचा किरणां पासून हिरवा रंग उत्पन्न होतो. हीं पानें आतां निळ्या किरणांत आहेत. जांस हीं आपणा पासून परावर्तवितच असतात, शोषून घेत नाहीं. गुलाबाचें फूल ह्मणाल तर त्याणें निळ्या किरणास

शोषून

शोषून घ्यावें हा त्याचा स्वभावच आहे. याकरितां गुलाबाचीं पानें आपणा पासून जे वढ्या निळ्या किरणांस परावर्तवितात, ते वढ्यास गुलाबाचें फुल आपल्या पासून परावर्तवित नाहीं. आणि असें घडूं येतें, याचकरितां त्यां पानाचे ठायीं अति तेजें करून निळा रंगसा दिसतो.

कृ॰ — फुला पेक्षां पानें जरी बहुत किरणास परावर्तवितात, तथापि स्पेकृभमाचे नाना रंगांत पानां सहित फुलास फिरवूं लागलें असतां, फुलावर रंग जसे लोकरचदतात, तसे पानांवर चढत नाहींत.

गु॰ — फूल फिक्या रंगाचें आहे ह्मणून, जे पदार्थ आपणा पासून सर्व किरणास परावर्तवितात, ते पांढरे आहेत; जे सर्व किरणांस शोषून घेतात ते काळे आहेत: जे मध्यममानानें किरणास असें असें शोषितात किंवा परावर्तवितात, तसे तसे ते भारी रंगाचें किंवा फिक्या रंगाचे दिसतात. हें गुलाबाचें फूल फिक्या तांबड्या रंगाचें आहे; याचा रंग काळ्या रंगा कडे धांवत नाहीं, पांढऱ्या रंगाकडेस धांवतो; याकरितां असें आणावें

कीं.

कीं, याजपासून बहुत किरण परावर्तन पावतात आणि थोडके शोषण पावतात.

कृ॰— गुलाब फुलापासून बहुत किरणानीं परावर्तन पावावें अशी योग्यता जर त्याचे ठायीं असली, तर त्याचा रंग फार तांबडा असावा.

गु॰— गुलाब फुलापासून बहुतच किरण परावर्तन पावतात असें कांहीं नाहीं, त्याजपासून प्रायशः बहुत किरण परावर्ततात, असा माझा अभिप्राय. जों पदार्थांचा रंग फिक्का, त्याजपासून सर्वरंगाचे कितिएक किरण परावर्ततात, तेणेंकरून त्यांचे ठायीं फिक्केपणा उत्पन्न होतो, हा फिक्केपणा शुभ्रत्वास जवळच असतो: आतां त्या पदार्थापासून जे किरण परावर्ततात, त्यां सर्वांपेक्षां एक्या रंगाचे किरण फारसे परावर्ततात, तेणें करून पदार्थाचे ठायीं उत्पन्न झालेला जो फिक्केपणा तो नाहींसा होतो, मग जो पदार्थाचा रंग असेल, तो उमटतो. या प्रमाणें फिक्केरंगाचे पदार्थ सर्व रंगांचा किरणांस परावर्तवितात, तस्मात् असे पदार्थ स्पेक्ट्रमाचे नानारंगांमधून फिरविले असतां त्यांजपासून

न

न तेनाना रंगाचे किरण चांगल्याच तेजानें परावर्ती- ल, परंतु त्यांचा जो स्वाभाविक रंग असेल, त्या रंगाचे किरण त्यांजपासून अत्यंत तेजानें परावर्तन पावतील. आतां त्या फुलाखालील पानाचा रंग फार भारी आहे, तो फारसा काळ्यास जवळ आहे, पांढऱ्यास नाहीं. यावरून जाणावें कीं त्यां पानांचे ठायीं किरण पराव र्तविण्या पेक्षां शोषून घेण्याची फार योग्यता आहे; आणि निळे व पिंवळे किरण इतर रंगाचा किरणापे क्षां त्यां पानांपासून बहुतेक परावर्तन पावतात, या करितां त्यां पानांस स्पेक्ट्रमाचे इतर किरणांत फि रविलें असतां त्यांचा रंग फार ओंबळा दिसतो.

गो०— त्यां पानांचा रंग इतका फार ओंबळा व्हावयास त्यांजपासून बहुतेक हिरव्या किरणां हीं परावर्तन पावलें पाहिजे.

गु०— थोडके किरण परावर्तन पावले असतां रंगाचा उत्कर्ष होउन बेरंग होतो, बहुत किरण परावर्तले असतां तसें होत नाहीं. पदार्थ स्वभावें करून काळे आहेत कळलें, याकरितां पदार्था पासून हिरवे कि

रणं

रण थोडके परावर्तन पावले असतां तोपदार्थ काळा हिरवा दिसेल; सारांश रंगाचे ठायीं अतिनेज व उत्कर्षता असली ह्मणजे बहुत किरण परावर्तन पावले आहेत असें जाणावें.

कृ० — आतां शुभ्र पदार्थापासून सर्व किरण परावर्तन पावतात याकरितां असा पदार्थ स्पेक्ट्रमाचा सर्वरंगांत फिरविला असतां त्याचा रंग एकसारिखा सतेज दिसेल.

गु० — दिसेल यांत संशय काय! पाहिजे तर एक कोरा पांढरा कागद स्पेक्ट्रमाचे किरणामधून फिरवावा, ह्मणजे सहज प्रत्यय येईल.

गो० — बरें निळा पदार्थ दिव्याचे तेजानें हिरवा कां दिसत असतो?

गु० — सूर्यप्रकाशासारिखा दीपप्रकाश स्वच्छ नाहीं, दीप प्रकाशांत कांहींसा पिंवळेपणा आहे, आणि हा प्रकाश प्रिजमांतून पृथक्करण पावला ह्मणजे याचे पिंवळे किरण स्पष्ट दिसू लागतात; तसेंच पीत किरणाचे ठायीं द्वितीय मानानें विभाज्यत्व असतें, अ

तएव

तएव निळे रंगाचे पदार्थी पासून पिंवळे रंगाचे किरण द्वितीय मानानें परावर्तन पावतात, आणि त्यांचें आधिक्य झालें ह्मणजे निळे रंगाचे पदार्थाचे ठायीं कांहींसा हिरवा रंग उपजतो.

गो॰ — दिव्याचे प्रकाशांत पिंवळ्या रंगाचे किरण फार असतात, याकरितां दिव्याचे प्रकाशानें सर्व पदार्थीस पिंवळटपणा यावा; परंतु पहाण्यांत असें येत असतें कीं पिंवळें वस्त्र दिव्याचे उजेडानें कांहिंसें पांढरें दिसतें.

गु॰ — सर्व पदार्थीवर पिंवळटपणा येतो त्या समयीं पीतवस्त्राचा पीतवर्ण स्वच्छ दिसत नाहीं, ह्मणोन तें वस्त्र पांढरेंसें दिसतें.

गो॰ - बरें महाराज धुकें असतांना सूर्य पाहिला, तर तो लाल कां दिसतो ?

गु॰ — सूर्याचा उदय आणि अस्त होते समयीं प्रायः तो लाल दिसतो, त्या समयीं वातावरण धुकें, आणि वाफा, यांहीं करून निबिड भरून गेलें असतें. अशा सदार्द्र वातावरणें करून सर्व रंगाचे तिर्कस किरण

अव

अवरुद्ध होतात, ह्मणून पृथ्वीकडेस येत नाहींत. तांबडे किरण मात्र येतात, कारण यांचे ठायीं इतर सर्व किरणांपेक्षां विशेष चालकत्व कल्पिलें आहे, सारांश या आरक्त किरणांचा अंश पुढें येण्यावरून सूर्य लाल दिसतो.

गो० — बरें महाराज आकाशाचा निळा रंग कां दिसतो?

गु० — त्यां येथें आकाश ह्मणूनये, वातावरण ह्मणावें; कारण आकाश या शब्दाची लोकांमध्यें विपरीत प्रवृत्ति आहे, परंतु याचा अर्थ शास्त्र विचारें करून वेगळाच आहे.

गो० — बरें तर वातावरणाचा रंग श्वेत असावा, कारण सर्व सूर्य किरण पृथ्वीकडेस येतांना याजमधून येत असतात.

गु० — सूर्यापासून जे किरण पृथ्वीवर पडतात त्यांतील आपणास एकही दिसत नाहीं, जे आपल्या नेत्रांवर पडतात तेमात्र दिसतात हें वचन विसरलास काय? सूर्य किरण जर नेत्रांवर पाडून घ्यावयाचे असले तर सूर्याकडे पाहिलें पाहिजे, तेणेंकरून ते वरचाव

रंच नेत्रांवर पडतात, मग त्यासमयींतर सूर्य श्वेतव र्ण दिसूं येतो. वातावरण हा एक पारदर्शक अंतरस्थ पदार्थ होय, यामधून सूर्यकिरण निरवरोध पृथ्वीक डेस येतात; परंतु हे जेव्हां पृथ्वीपासून वातावरणां त परावर्तन पावतात, तेव्हां त्यांचें चालकत्व बरेंच उ णें होउन जातें, आणि वातावरणा मधून मागें जाव यास त्यांचे ठायीं शक्ति रहात नाहीं. आतां निळ्या कि रणाचे अंगीं अति अल्प चालकत्व आहे, अतएव हे पृथ्वी पासून मागें फिरूं लागले असतां वातावरणाचा अवरोध इतर किरणांपेक्षां अधिक पावतात, आणि वातावरणापासून विशेषेंकरून परावर्तन पावतात. यांस जिकडे जिकडे परावर्तन पावावयास मार्ग मिळे ल तिकडे तिकडे हे परावर्तन पावतात; याकरितां आपण कधिंही वातावरणा कडेस पाहिलें असतां यांतील कितिएक किरण आपले नेत्रांवर पडतात, त्या मुळें वायु आपणास निळ्या रंगाचा दिसतो. जर वाता वरणा पासून कांहींएक किरण आपणाकडेस पराव र्तन पावला नाहीं, तर पृथ्वीवरील पदार्थ ही प्रकाशित

झांले

झाले तथापि आकाश केवळ काळें दिसूं येईल.

गो० — आहाहा! काळें गडद आकाश पाहून तर कांहीं सुख वाटणार नाहीं; आणखी ज्यांचा वर्ण काळें आकाश, व जे स्वयें प्रकाशित झालेले, अशा पदार्थांस निरंतर पहात असतां दृष्टीसही विकार होतां रहाणार नाहीं. वरें उष्णकाळींच पानें पिकतात, शुभ्र वस्त्रावर शाईचा डाग पडला असतां काळेंकरून पिंवळा होतो, आणि असेच इतर पदार्थ ज्यांचा रंगाचा बहुत करून पालट होत असतो, याचें कारण काय असावें?

गु० — याचें कारण असें आहे; पदार्थांचे अवयवांचा अंतररचनेस रसायन शास्त्र गोचर असा एक विकार प्राप्त होतो, तेणें करून त्यां अवयवांचे ठायीं जी कांहीं एक रंग परावर्त विण्याची योग्यता असते, ती नाहींशी होते, आणि इतर रंग परावर्त विण्याची योग्यता येते. या प्रकारचें जें पिकलें पान त्या पासून निळे किरण परावर्तन पावत नाहींत, याकरितां तें पिंवळें दिसतें, किंवा फिका बदामी रंग उत्पन्न होई असे किरण परावर्त विण्याची कांहींशी योग्यता येते.

शुभ्र

शुभ्र वस्त्रावरील विलायती शाईचा डाग प्रथमतः सर्व किरणांस शोषून घेतो; परंतु त्यास वायू लागूं लागला म्हणजे त्यास रसायन शास्त्रगोचर असा कांहीं विकार होतो. आणि तेणेंकरून त्या डागाचेठायीं रंगांस परावर्तविण्याची कांहीं योग्यता येते, परंतु ती अशी कीं त्याजपासून विशेषेंकरून पिंवळे किरण परावर्तन पावतात; याप्रकारें शाईचे डागाचा रंग पिंवळा होतो.

कृ० – तेव्हां पदार्थांचेठायीं जो रंग स्थित दिसतो, तो रंग कांहीं त्याचा नसतो, ज्याची त्याचेठायीं संभावनाही होत नाहीं, जो त्यांचा रंगांत मेळविलाही जाणार नाहीं, ज्यास ते आपल्याठायीं टिकूं देणार नाहींत, असा रंग त्याचा असतो.

गु० – रंगांचीतर वास्तविक अशीच अवस्था आहे, परंतु केवळ भीड मोडून मला असें बोलवत नाहीं; कारण गोपाळ आपल्या गुलाब फुलांचा रंग खरा मानून बसला आहे.

गो० – तर मग त्या गुलाब फुलाचे देंठांत काय आहे हें न

कळे

कळे! याच्या रंग नाहींसाकरून राकिलातरी समाधान झालें नाहीं? आतां याचा बेरंग करा, मी तर तुह्मा बरोबर वाद घालायास समर्थ नाहीं.

कृ० – पांढऱ्यापेक्षां काळा पदार्थ सूर्यकिरणांस फार शोषून घेतो, तस्मात् काळा पदार्थ उनांत ठेविला असतां पांढऱ्यापेक्षां लोकर तापावा?

गु० – पांढऱ्यापेक्षां काळा लोकर तापतो हें तर अनुभवासही येत आहे, पांढऱ्यापेक्षां काळ्या रंगाचे वस्त्रापासून अधिक उष्ण होतो हें तुला कोठेआढळलें नाहीं काय?

कृ० – होय आढळलें आहे, आणि पांढरें वस्त्र उनांत फार चकाकतें. काळें वस्त्र किरणास शोषून घेतें ह्मणून उष्ण होतें, पांढरें वस्त्र किरणास परावर्तवितें ह्मणून चकचकित दिसतें.

गो० – आणि याच कारणामुळें जांभळा कागद लेन्साचे फोकसांत धरला तेव्हां जळूं लागला, आणि पांढऱ्या कागदावर अतितेजोमय बिंदूमात्र उठला, परंतु त्याणें पेट घेतला नाहीं.

गु० – होय, तसें झालें खरें. आतां हा संवाद समाप्त करायाचा वेळ झाला. आपल्या पुढल्या वेळेस मी तुह्माप्रति नेत्राचें वर्णन करीन.

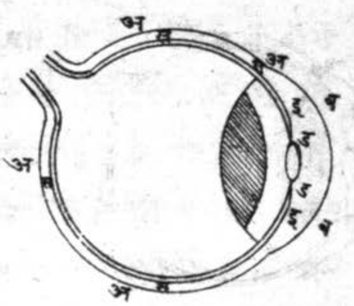
इति सप्तदश संवाद.

अथ अष्टादश संवाद.
दर्शनानुशासनाविषयीं

या संवादांत नेत्ररचना आणि दर्शनानुशासनास उपयोगी जीं यंत्रें यांचें निरूपण केलें आहे.

आणि त्या प्रसंगीं नेत्रवर्णन – नेत्रांतर पटलावरील प्रतिबिंब – नेत्ररसेंकरून किरणवक्रीभवन – उपनेत्रांचा उपयोग – एकेरी सूक्ष्मदर्शक – दुहेरी सूक्ष्मदर्शक – सूर्यसूक्ष्मदर्शक – किरणवक्रीकारक दुर्बिण, आणि किरणपरावर्तक दुर्बिण यांचेही निरूपण केलें आहे.

गु० – नेत्राचा आकार गोलाकार आहे: यास दोन स्नायूमय पटलें आहेत, अ, अ, ह्मणून जें बाहेरील पटल त्यास नेत्रबाह्य पटल ह्मणतात या नेत्रबाह्यपटला-

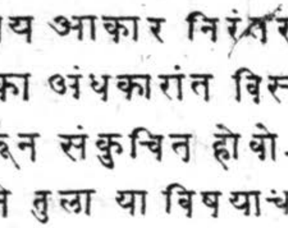


च्याजो ब ब भाग दृष्टीस पडतो, तेथें कांहींसा उंचव-टा झाला असतो जास काचवत्पिधान ह्मणतात* हें स्फकलें असतां कांहींसें कापलेल्या अति स्वच्छ श्टंगा सारिखें दिसतें; आणि यांमधून प्रकाश निरवरोध आरपार होई अ-सें हें पारदर्शक दिसतें.

दुसरें स स पटल जें नेत्रबाह्यपटलाच्या अंतरंगा शीं मिळून नेत्रास वेष्टून असतें, त्यास नेत्रमध्यप-टल ह्मणतात; या नेत्रमध्यपटलाचे ठायीं एक ड ड भोंक आहे, हें काचवत्पिधानाचे पृष्ठभागाचाच स-मारानें असतें, यास कनीनिका किंवा डोळ्याची बा-हुली असें ह्मणतात. इज मधून डोळ्यामध्यें प्रका-श किरण येतात. कनीनिकेसभोंवती एक इ इ रंगित कोर आहे, जीस कनीनिका पटल ह्मणतात.

* नेत्रबाह्यपटल, आणि काचवत्पिधान, हीं वेगळालीं पटलें असें ही कोणी मानितात.

या कनीनिकापटलाचें आकुंचन आणि प्रसरण ह्हीं-करून कनीनिकेचा वर्तुलमय आकार निरंतर रक्षि-ला जातो, मग ती कनीनिका अंधकारांत विस्तृत हो-वो; अथवा बहुप्रकाशेंकरून संकुचित होवो. ही पु-ढील आकृति पहा, ह्मणजे तुला या विषयाचा चांग-ला बोध होईल.



कृ॰ - कनीनिका लहान मो-ठी होते, हें मला कळलें न व्हतें..

गु॰ - डोळ्याची रचना कां-हीं अशी विचित्र आहे कीं, त्यास जशी जशी अवस्था प्राप्त होईल, त्या त्या अव-स्थेस तो किंचित् किंवा विशेष अनुसरून असतो. अल्पप्रकाशांत असला ह्मणजे याजमध्यें येणार जे किरण, त्यांपेक्षां अधिक किरण मध्यें येत इतकी या-ची कनीनिका विस्तृत होते, आणि बहु प्रकाशांत अ-सला ह्मणजे याची कनीनिका आकुंचित होते, तेणें-करून याजमध्यें पुष्कळ किरण येऊन याचे दर्शन

ज्ञांन

ज्ञान तंतूंस विकार होत नाहीं. कृष्णाचे डोळे पहा, तो प्रकाशाकडे पहात बसला आहे ह्मणून त्याचा कनीनिका अति लहान आणि कनीनिकापटलें मोठीं दिसतात. बरें कृष्णा, उजेडाकडून फीर, आणि डोळ्यामध्यें प्रकाशाचा प्रवेश किंचित् हीन होई असें त्यास कांहीं काळ झांकून ठेव.

गो० – आतां कृष्णाचे डोळ्यांचा कनीनिकातर मोठ्या झाल्या, आणि कनीनिकापटलें लहान होऊन गेलीं. कनीनिकांस अशी अवस्था प्राप्त होते, ह्मणूनच अंधकारांतून बहुप्रकाशांत अकस्मात् आलें असतां डोळे दुखूं लागतात; कां ह्मणाल तर विस्तृत झालेल्या ज्या कनीनिका त्या आकुंचित होईत इतक्यांत दर्शनज्ञानतंतूंस दुःसह एव्हडे किरण डोळ्यांत शिरतात.

कृ० – याच प्रमाणें आपण बहुप्रकाशांतून कांहीं अंधकारांत गेलों असतां, आपण निबिड अंधकारांत आहों, असें आपणास प्रथमतः वाटतें; कारणजी कनीनिका आकुंचित झाली असते, तिजमध्यें जितके

किरण

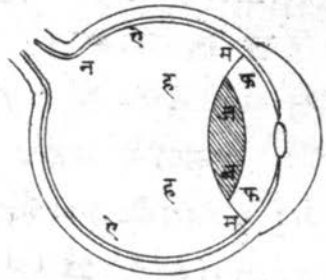
किरण पदार्थ उणापुरा दिसावयास व्हावे. तिनके प्रवेश पावूं शकत नाहींत; परंतु कांहीं पळें जातांच ती कनीनिका विस्तृत होते, आणि जे पदार्थ अदृश्य असतात ते चांगल्यापणीं लक्ष्यांत येऊं लागतात.

गु० - होय असेंच घडत असतें. जे किरण नेत्रामध्यें अव्यवस्थेनें परावर्तन पावतात, ते सर्व जेणेंकरून शोषिले जातात, आणि डोळ्यास कामिरेआवृस्त्यु रेपणा येतो, असा एक रस (पहिली वरील आकृति पहा) नेत्रमध्य पटलाचे ठायीं काळा रस आहे. कनीनिका अत्यंत आकुंचित असतां, जे तिजमध्यें किरण शिरतात, त्यांपेक्षां ती पुरतेपणीं विस्तृत झाली असतां दहापटही किरण असले, तथापि तितक्यांचा तिचामध्यें प्रवेश होऊन जातो. मांजरें तसेंच इतर प्राणी, (जांस रात्रीं दिसतें असें ह्मणतात) हीं मनुष्यांपेक्षां आपल्या कनीनिकांस अति आकुंचित आणि अति प्रस्तृत करितात. ही आकूंचन प्रसरणशक्ति त्यांचे ठायीं अशी आहे कीं, जो प्रकाश त्यांचे कनीनिकांत शिरला असतो,

त्याजपेक्षां

त्यापेक्षां कालभेदेंकरून शतगुण अधिक प्रकाश शिरतो.

हीं जीं सर्व नेत्रगोलकाचीं पटलें, यांचा मध्यें तीन पारदर्शक पदार्थ आहेत, जांस सामान्यतः नेत्ररस ह्मणतात. काचवत्पिधानाचे पलीकडेस जो फ फ ह्मणून रस असतो, त्यास जलरूप रस ह्मणतात, कारण



हा पाण्यासारिखा असतो. याचे पलीकडेस जज ह्मणून जो कांहींसा जाड रस असतो त्यास स्फटिकरूप रस, किंवा लेन्स ह्मणतात, कारण हा स्फटिकासारिखा स्वच्छ व पारदर्शक असतोः याचा आकार लेन्से सारिखा असतो आणि मनुष्यानें जी उत्तम लेन्स केली असेल, तेणेंकरून जें किरण वक्रीभवन होईल, त्याजपेक्षां याणेंकरून फार चांगल्याप्रकारें होतेंः हा नेत्रमध्यपटलाचे दोहोंकडेस

मम

म म स्नायूनें जडून राहिला असतो, स्फटिकरूप लेन्स, आणि नेत्रांतरपटल, यांचे मध्यभागीं जो डोळ्याचा भाग असतो, तो हृ हृ काचरूप रसानें भरला असतो. त्याचें रूप काचादि पदार्थांचे रूपासारिखें स्वच्छ असतें असें मानिलें आहे, ह्मणून यास काचरूपरस ह्मणतात.

डोळ्याचे स्नायूमय पडदे प्रायशः ऐऐ नेत्रांतर पटलाचे रक्षणार्थ केले आहेत. नेत्रांतर पटलावर पदार्थांचें प्रतिबिंब उठतें आणि तेणेंकरून तो पदार्थ मनास कळतो, ह्मणून नेत्रांतरपटल डोळ्याचा मुख्य भाग होय. अत्यंत पांढरा असा जो दर्शनज्ञानतंतू, त्याचा जो प्रसर तेंच नेत्रांतरपटल आहे: हा दर्शनज्ञानतंतू डोक्यांतील मेंदूपासून निघून नाकाजवळचें जें न ठिकाण, तिकडून डोळ्यांत शिरला आहे, आणि नेत्रमध्यपटलाचे आंतल्या आंगावर बारिक होउन पसरला आहे.

जे प्रकाश किरण कनीनिकेमधून डोळ्यांत शिरतात, ते कितिएक रसांमधून जातेसमयीं त्या

रसें

रसेंकरून वक्रीभवन पावतात आणि नेत्रांतर पर लावर फोकसांत एकत्र होतात.

गो० – किरण वक्रीकारक रस डोळ्यांत कशास पाहिजेत: कामिऱ्याआबूस्क्यूऱ्यांत तर यांवांचून पदार्थांचीं प्रतिबिंबें उठतात?

गु० – उठतात खरीं; परंतु जर कामिऱ्याआबूस्क्यूऱ्याचें भोंक मोठें केलें, आणि त्यामध्यें लेनुसातून किरण येऊं दिले, तरच प्रतिबिंब साफ आणि अवयवयुक्त उठेल.

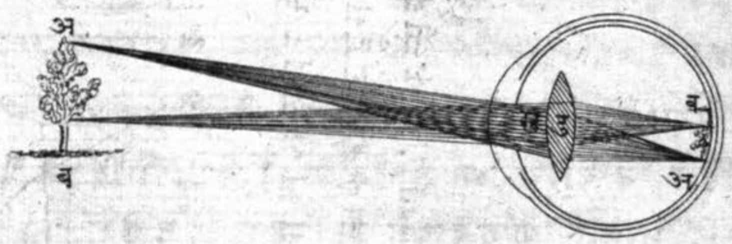
जिकडून मार्ग मिळेल तिकडून पदार्थापासून किरण निघतात, असें म्या तुह्मास सांगीतलें आहे. याजकरितां आपण असें मानावें कीं, जा पदार्थापासून आपल्या डोळ्यांकडेस किरण येतात, त्याचा प्रत्येक अवयव किरण मध्यरूपी आहे, यापासून किरण वर्धमानांतरानें स्फुरतात.

स्फु० – प्रत्येक अवयवापासून स्फुरणार असे जे वर्धमानांतर किरण, यांस किरणाची छटा ह्मणतात असें आपण सांगितलेंसें वाटतें.

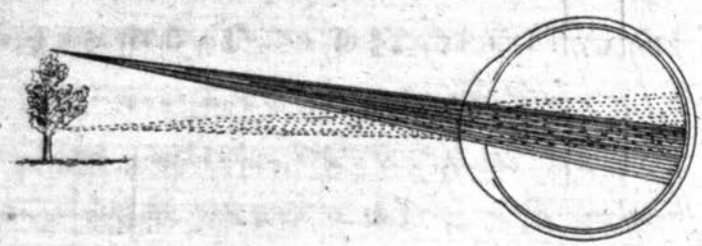
गु० - होय. हे वर्धमानांतर किरण कनीनिकेंत शिरते वेळेस एकमेकास छेदून पार होत नाहीत; किरणाचे ल्हानसे छटेचा प्रवेश होई इतकी कनीनिका मोठी असते, याजकरितां हे किरण कनीनिकेंत शिरल्या नंतर, रसेंकरून वक्रतापावून फोकसांत एकत्र न झाले, तर हे वर्धमानांतरानें जाऊं लागतील, आणि शेवटीं नेत्रांतरपटलावर पडून पसरतील, तेणेंकरून एक अवयवाचें प्रतिबिंब नेत्रांतरपटलाचे पुष्कळशा प्रदेशावर पसरेल. याच प्रमाणें प्रत्येक अवयवापासून जे वर्धमानांतर किरण स्फुटतील, ते मागें सांगितल्या प्रदेशा इतक्या प्रदेशावर पसरतील, आणि ते प्रथमतः स्फुटलेल्या किरणांत मिसळून जातील; आणि तेणेंकरून नेत्रांतरपटलावर जें प्रतिबिंब उमटेल, त्याची आकृति आणि रंग हीं स्पष्ट दिसूं येणार नाहींत, केवळ संमिश्रण पावतील. ही आकृति असें दाखवितेकीं, अ ब, झाडाचे दोहों स्थानांपासून दोन किरणाच्या छटा सुटून स कनीनिकेंत शिरून ड स्फटिकरूप लेन्सेंकरून वक्र होऊन, ग

स्थाना

स्थानापासून स्फुटले आहेत, त्याचें स्वच्छ प्रतिबिंब नेत्रांतर पडद्यावर अ ब स्थानीं त्यांणी उठविलें आहे.



यावरील आकृति सारखी ही पुढील आकृति नाहीं; कारण एथें लेन्स लाविली नाहीं; येणेंकरून असें झालें आहे कीं, किरणाचा छटा वक्रता पावून भोंकांत एकत्र मिळाल्या नाहींत, ह्मणून त्यांजपासून नेत्रांतर पडद्यावर स्वच्छ प्रतिबिंब उठलें नाहीं.



पदार्थांच्या दोहों अवयवांपासून जे किरण सुटले आहेत, ते वरील आकृतींत रेषेनें आणि बिंदूनें काढले आहेत, याजवरून किरणांच्या दोन छटा आहेत असें समजावें. त्या दोन छटा एकांत एक कशा मिसळल्या आहेत हें पहा, ह्मणजे सहस्त्रावधि, किंबहुना कोट्यावधि अवयवांपासून जे वर्धमानांतर किरण नेत्रांतर पटलावर एक्याच समयीं पडतात, तेथें लेन्स नसल्यामुळें किति संमिश्रण होईल, हें तुला समजूं येईल.

क्रु० – अशा संमिश्रणास वक्रीकारक लेन्स कशी दूर करिते ?

गु० – पदार्थाचे अवयवापासून सुटलीं जी किरणाची

छटा

छटा, ती त्या लेन्सें करून वक्रता पावते, आणि त्या अवयवाचे संधानानें जें प्रतिबिंब नेत्रांतर पटलावर उठतें त्याचे जवळ ती एकत्र होते, असें झालें ह्मणजे प्रतिबिंब स्वच्छ उमटतें. तिसरें आकृतींतील अब प्रमाणें झाडाचा प्रत्येक अवयव, यांपासून किरणांचा छटा येऊं लागल्या, तर झाडाचे सर्व अवयव नेत्रांतर पटलावर अब प्रमाणें उठतील.

कृ० - आहाहा कितितरी हें चमत्कारानें घडतें, याचें कोठवर वर्णन करावें!

गो० - बरें नेत्रांतर पटलावर स्पष्ट प्रतिबिंब उठवयास असे वक्रीकारक रस लागतात, तसे कामिऱ्या आ बस्क्युऱ्यांत प्रतिबिंब उत्पन्न करावयास कां लागत नाहींत?

गु० - कामिऱ्या आबस्क्युऱ्याचा जा भोंकांतून किरण शिरतात, तें फार लहान ह्मणून; तें इतकें लहान असतें कीं, पदार्थाचे अवयवापासून जे किरण वर्धमानांतरानें निघतात, त्यांतील थोडके किरण त्या भोकांत शिरतात; मी आतां हें भोंक मोठें करितों, आणि यास एक

लेन्स लाविलों, म्हणजे यांत प्रतिबिंबें फार उत्तम प्रकारें उठतील.

गो० — या भोंकास लेन्स लाविण्याकरितां आपण मोठें केलें यामुळें प्रतिबिंब कांहीं स्पष्ट उठलें नाहीं.

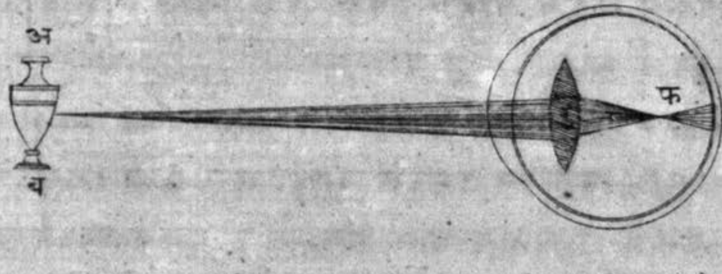
गु० — जर वक्रीकारक रसांचा संयोग नसता तर असेंच किंवा याच सारिखें प्रतिबिंब नेत्रांतर पडद्यावर उठतें, आतां मी यास लेन्स लाविलों; याच्या योगानें वर्धमानांतर किरणाची प्रत्येक छटा आपआपले फोकसांत एकत्र होऊन, पहिल्यापेक्षां पहा किति स्पष्ट प्रतिबिंब उठलें आहे.

गो० — आहाहा आतां प्रतिबिंब जसें स्वच्छ आणि स्पष्ट आणि मनोरम उमटलें आहे, असें कधींच उमटलें नव्हतें!

गु० — पदार्थ दूर असल्यास चांगलासा दिसूं नये, असा जो विकार दृष्टीस असतो, त्याचे स्वरूपाचा आतां तुह्मांस बोध होईल. समयास असें होतें कीं, जी तु स्फटिकरूप लेन्स, ती गोल वाटी असते ह्मणून ती किरणाचें फारच वक्रीकरण करिते, आणि अत्यु पदार्थां

पासून

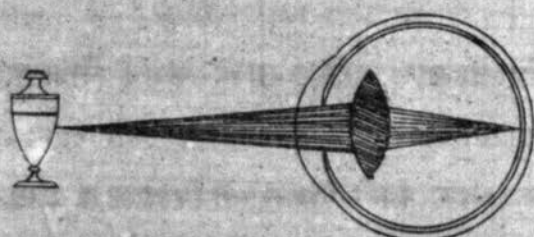
पासून जी किरणाची छटा स्फुरते, ती नेत्रांतर पटला-
शीं पोंहचली नाहीं, इतक्यांत ती स फ फोंकसांत ए-
कत्र करिते. या फोकसापासून किरण वर्धमानांतरानें
पुढें जाऊं लागतात, याअकरितां यांअपासून जें प्रति-
बिंब नेत्रांतरपटलावर अब स्थानीं उत्पन्न होतें, तें
स्पष्ट नसतें.



शि०- हा विषय मीं पुरतेपणीं समजलों. परंतु जों न-
तुष्यांस दुरून पदार्थ दिसत नाहीं, त्यानीं तो डोळ्या
जवळ आणिला असतां कां दिसूं लागतो. हें मला
समजत नाहीं ?

गु०- पदार्थ जसा जसा डोळ्याजवळ आणावा, तसे
तसे

तसे किरण वर्धमानांतरानें स्फटिकरूप लेन्साचर पडतात, या कारणास्तव ते क्षीयमाणांतरानें फोकसांत ओकर एकत्र होत नाहींत: आणि असें होतें ह्मणून हें फोकस नेत्रांतरपरद्यावर पडतें, अथवा त्याचे केवळ जवळ पोंहचतें, हें जसें जसें जवळ पोंहचतें तसें प्रतिबिंब स्पष्ट उमटतें, ही पुढील आकृति पहा.

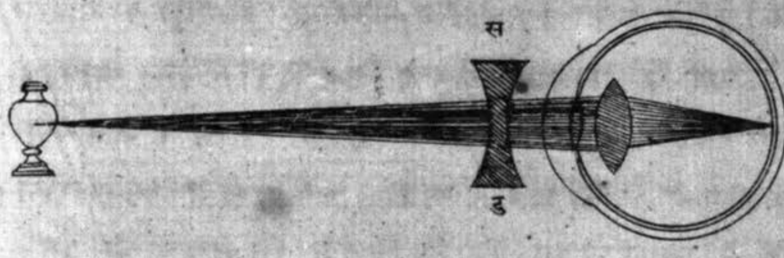


कृ०- तेव्हां पदार्थ जसा जसा लेन्साजवळ आणावा, तसें तसें प्रतिबिंब दूर उरत जातें.

गु०- होय! जे पदार्थ डोळ्यांजवळ आणितां येत नाहींत ते दिसावयास दुसरें एक साधन आहे; असें कीं पुढील आकृतीप्रमाणें गोलांतरस्तड लेन्स डोळ्याचा पुढें धरावी ह्मणजे किरणाचे वर्धमानां

तर

तर मंद होतें.



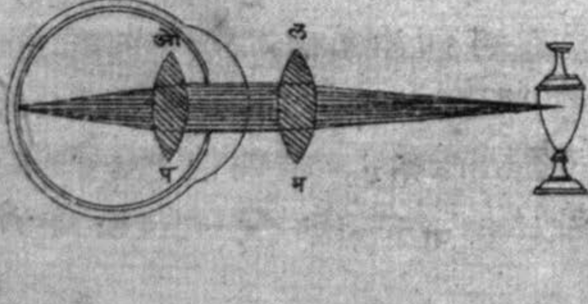
गोलांतर लेन्साचें कार्य गोलबाह्य लेन्साचे कार्याशीं विरुद्ध असतें: गोलांतर लेन्स क्षीयमाणान्तर किरणास त्वरित क्षीयमाणान्तर करितें, समानान्तर किरणांस वर्धमानान्तर करितें, आणि जे वर्धमानान्तर असतात, त्यांस त्वरित वर्धमानान्तर करितें. अशी कांच लाविली ह्मणजे कांहींशा दूरचा पदार्थाकडील वर्धमानान्तर किरणांप्रमाणें दूरचाही पदार्थापासून वर्धमानान्तरानें किरण सुटून कनीनिकेवर पडतात; आणि जांस दूरचे पदार्थ दिसत नाहींत, त्यानीं ही कांच लाविली ह्मणजें

इने योगानें दूरील पदार्थाचें प्रतिबिंब नेत्रांतर पटलावर पडतें.

गो०- हें तर एक चमत्कारिक साधन होय!

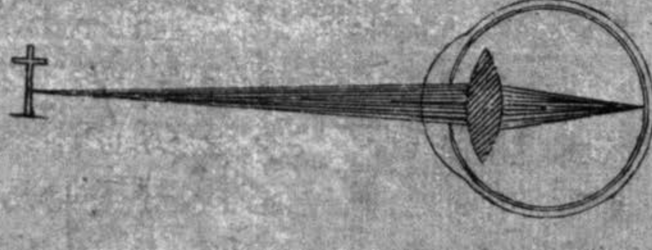
गु०- आंचे डोळ्यांतील स्फटिकरूप लेनूस फार सपाट, ह्मणून तेणेंकरून किरण जसा वक्रता पावावयाचा तसा पावत नाहीं, तेणेंकरून असें होतें कीं, ते क्षीयमाणान्तरानें बिंदूंत मिळण्याचा आगोदरच नेत्रांतर पटलाशीं पोंहचतात, असा विकार आंचे दृष्टीस आहे, तो दूर करावयाजोगी तुला कांहीं युक्ति सूचत आहे?

गो०- हा विकार दूर करावयास लम गोल बाह्य लेनूस लावावें, ह्मणजे ओप स्फटिकरूप लेनूसाचे ठायीं पुरतेपणीं गोलबाह्यता येते.



गोलबाह्यलेन्स किरणास परस्परांजवळ आणिते, तेणेंकरून असें घडतें कीं, ते किरण मंदवर्धमानांन्तरानें, किंवा समानान्तरानें स्फटिकरूप लेन्सावर पडतात; आणि ते त्यावरीन क्षीयमाणांतरानें फोकसांत आलें, ह्मणजे नेत्रांतरपटलावर पडतात.

गु॰ - बहुत बरें गोपाळा. माणसें ह्मातारीं होऊं लागलीं, ह्मणजे त्यांचे डोळ्यांचे रस उत्तरवयामुळें चिंरून होतात, तेव्हां त्यांस गोलबाह्यकांचांचीं उपनेत्रें लावावीं लागतात. आणि अशां उपनेत्रांवांचून ते पाहूं लागले, ह्मणजे ते पदार्थ आपले नेत्रांपासून दूर धरितात तेणेंकरून किरणाचें फोकस विशेष दूर होतें.



गो० - आमचे आजोबा उपनेत्रांवांचून वाचूं लाग-
ले ह्मणजे आपले डोळ्यांपासून पोथी दूर धरी
त आणि त्याजवरून मला नवल वाटे, परंतु
तशी पोथी धरण्याचें कारण आतां मला समजूं
लागलें; सारांश स्फटिकरूप लेन्सेपासून पदार्थ
जसा जसा दूर, तसें तसें प्रतिबिंब त्याचे जवळ उ
मटतें.

कृ० - वर सांगीतलेले जे परस्पर विरुद्ध दृष्टिविका-
र, त्यांचें स्वरूप मला समजलें; परंतु याजवरू-
न मला असा संशय झाला कीं या दोहोंतून एका
वांचून दृष्टि असणार नाहीं: दूरील पदार्थांचें प्रति-
बिंब नेत्रांतरपटलावरील फोकसांत आणायाजो
गी जर स्फटिकरूप लेन्सेचे ठायीं गोलवाटुता अ
सली, तर त्या लेन्सेकडून जवळील पदार्थांचें प्र-
तिबिंब स्पष्ट उत्पन्न व्हावयाचें नाहीं; बरें जर ती
लेन्स जवळील पदार्थांचें प्रतिबिंब स्पष्ट उत्पन्न
करावयाजोगी असली, तर तीणें कडून दूरील प
दार्थांचें प्रतिबिंब पुरतेपणीं उत्पन्न होणार नाहीं.

गु०

गु० – कृष्णात्वां येथें चांगली कल्पना घेतली; जसा जसा आपल्यास प्रसंग पडेल, तसें तसें स्फटिकरूप लेन्स पदार्थाकडेस, किंवा त्याजपासून आपणाकडेस करण्याची मनुष्याचे डायीं जर शक्ति नसती, तर प्रत्येक मनुष्याचे दृष्टीस वरसांगीतल्या विकारांतील एक विकार असता. बाल्यावस्थेंत जा डोळ्याची रचना चांगल्याप्रकारची असते, त्यांतील जा दोन स्नायूंस स्फटिकरूप लेन्स जडलें असतें, त्यांचा स्वाधीन तें लेन्स इतकें असतें, कीं किरणाचें फोकस सर्वदा नेत्रांतरपटलावर पडतें, आणि दूरील व जवळील पदार्थांचें प्रतिबिंब एकसारिखें स्पष्ट उत्पन्न होतें.

गो० – एके माशाचा डोळा म्या पाहिला होता, त्या डोळ्याचा जो भाग आपल्या दृष्टीस पडतो, त्यांतर काचवत्पिधान बाहेर आलेलें नव्हतें ?

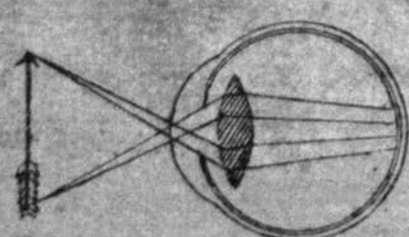
गु० – माशांचे डोळ्यांचे काचवत्पिधान त्यांचे नेत्रगोलकापेक्षां अधिक उंचवलेलें नसतें; परंतु यांचे वांटचें त्याचें स्फटिकरूप लेन्स गोलाकार

असतें

असतें, आणि तेणेंकरून किरण अशी वक्रता पावतात कीं, त्यांस नेत्रांतरपडद्यावरील फोकसांत आणावयास काचवर्तिधानाचें प्रयोजन लागत नाहीं.

कु० - बरें महाराज पदार्थ डोळ्यांचा फारच जवळ नेला तर तो आपणास स्पष्ट कां दिसत नाहीं ?

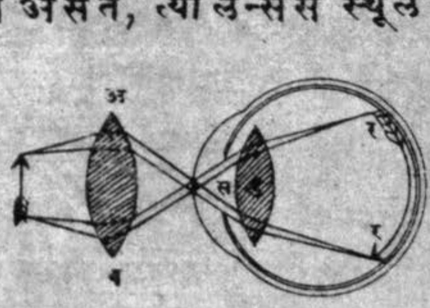
गु० - याचें कारण असें आहे, त्यावेळेसजे किरण स्फटिकरूप लेन्सेवर पडतात, ते इतके वर्धमानान्तर असतात कीं, त्याचें वक्रीकरण होऊन नेत्रांतरपडद्यावर फोकसांत एकत्र होत नाहींत, पदार्थ डोळ्याचे फारच जवळ आणून पाहिला असतांच पडद्या स्फटिकरूप लेन्सेचामुळें किरण जसे एकांत एक मिसळून जातात, तशीच त्यांस अवस्था प्राप्त होते; ते फोकसांत एकत्र व्हावयाचे आगोधर नेत्रांतरपडद्यावर पोंहचतात.



जर किरण याप्रकारें पोहचत नसते, तर आपणास जे पदार्थ दिसावयाजोगे नाहींत, ते डोळ्यांचे केवळ जवळ आणितां येते तेणेंकरून त्यांचें प्रतिबिंब नेत्रांतरपडद्यावर इतकें मोठें होऊन जातेंकीं, ते पदार्थ त्यांचे अवयवासहित आपल्यास दिसूं लागते.

क्रु०- पदार्थास डोळ्यांजवळ धरून पाहिलें असतां त्याजपासून जे किरण निघतात, ते डोळ्यांत शिरून नेत्रांतरपडद्यावर फोकसांत एकत्र होत असें कांहीं साधन नाहीं काय?

गु०- असा व्यापार घडावयास एक उपनेत्र केलें आहे, त्यास मैक्रास्कोप ह्मणजे सूक्ष्मदर्शकयंत्र ह्मणतात. जें एकेरी सूक्ष्मदर्शक असतें त्यास गोलबाह्यलेन्स मात्र असते, त्या लेन्सेस स्थूलदर्शक



कांच ह्मणतात; आणि तीचे फोकसांत पदार्थ ठेवून तीजमधून त्या पदार्थास पहात असतात. या साधनेंकरून आपला डोळा पदार्थाचे जवळ नेतां येतो. आणि किरण स्तु कनीनिकेत शिरले नाहींत तंवच अब लेन्स त्यांचा वर्धमानांतरास क्षीण करितें, आणि नंतर त्यांस समानान्तरानें दु स्फटिक रूपरसावर पाडितें, मग तो रस त्यांस वक्रकरून नेत्रांतर पटलावर र र एथें फोकसांत एकत्र करितो.

क्र० - हेंतर अत्यंत चमत्कारिक साधन - आणि पाहिलें असतां फार साधें. एणेंकरून आपणास पदार्थ डोळ्यांचे केवळ जवळ आणितां येतो, आणि असा जवळ आला ह्मणजे हें त्या पदार्थास मोठें करितें.

गु० - जा लेन्सेकरून किरणाचें फोकस फारच आंखूड होतें, आणि जीचा योगानें पदार्थ अत्यंत जवळ धरिला असतां दिसतो, ती पदार्थास अत्यंत मोठें करिते.

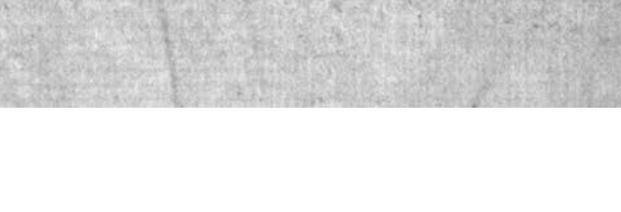
क्र० - जा लेन्सेचें फोकस फारच आंखूड, ती तर फार-

त्र गोल बाह्य असते; आणि अशा जातीच्या उंचव-ट्यामुळें पदार्थास डोळ्याचे केवळ जवळ आणितां येणार नाहीं.

गु० - जवळ आणितां येत नाहीं याकरितां ती अत्यंत लहान केली असते, अशी केली असतां तीचे अंगीं केवळ गोलाचाही आकार येतो, आणि ती फारशी जागा वेढीत नाहीं. तेणेंकरून तीचें कोंकस अत्यंत आंखूड होतें आणि डोळ्यास केवळ पदार्थाजवळ आणितां येतो.

गो० - जार्विससाहेबाचे शाळेंत एक सूक्ष्मदर्शकयंत्र आहे, तें आपण सांगतां यापेक्षां फार विकट आहे.

गु० - तें दुहेरी सूक्ष्मदर्शक यंत्र होय. यांतून अब

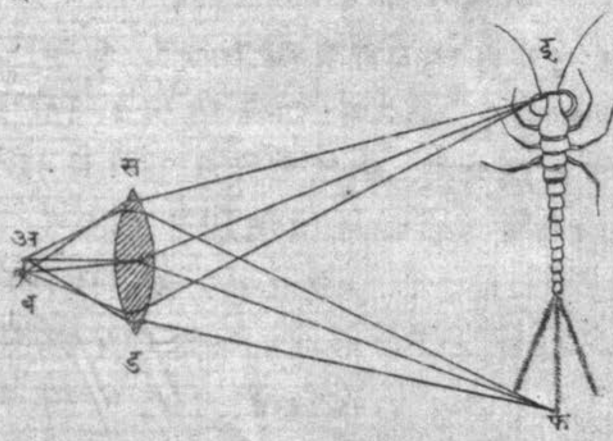


प्रति

पदार्थ दिसत नाहीं. त्या पदार्थाचें मोठें झालेलें अब प्रतिबिंब दिसतें. यास दोन लेन्सें असतात; लम लेन्स पदार्थ मोठा व्हावा ह्मणून लाविलें असतें, इला पदार्थ काच ह्मणतात; व ओ जी लेन्सा असती तीचा व्यापार एकेरी सूक्ष्मदर्शकाचे न्यायानें घडतो, इला नेत्रकाच ह्मणतात.

एक दुसऱ्या प्रकारचें सूक्ष्मदर्शक आहे, त्यास सूर्यसूक्ष्मदर्शक ह्मणतात. हें अत्यंत चमत्कारिक होय: कारण याचे योगानें पदार्थ फारच मोठा दिसतो. यांत पाहिलें असतां लेन्सेंकरून घडलेलें पदार्थाचें प्रतिबिंब दिसतें, पदार्थ कांहीं दिसत नाहीं. आतां उन चांगलें आहे, याकरितां सूक्ष्मदर्शकापासून कायकाय व्यापार घडतात, हें मी तुह्मास दाखवितों; परंतु या खोलीची खिडकी लावून इचा द्वारांत जें भोंक आहे. जें कामिरा आब्स्क्युग करावयास उपयोगी आहे त्यामधून थोडकाच प्रकाश आंत येऊं दिला पाहिजे-

आतां आपण स ड लेन्सापुढें, आणि कांहींसा तीचे फोकसांत अब बारीक जीव ठेवूं, आणि काभि-या आवस्क्यु-यांत जसा बागाचा नकाशा उठला, त्या प्रमाणें समोरल्या भिंतीवर इफ प्रतिबिंब उठेल; आतां एथें इतकाच विशेष पदार्थ लहान दिसावयाचा तर मोठा दिसूं लागेल. एथें असा व्यापार कां घडतो, याचें कारण पुढील आकृतीचा विचार करून तूंच सांग.



क॰- हें सांगावयास कांहीं अवघड नाहीं. अब

पदार्थापेक्षां इफ प्रतिबिंब लेन्सेस फार दूर आहे, ह्मणून तें इतकें मोठें झालें आहें; कामि-याआब स्क्यू-यांत तर बिंबापेक्षां प्रतिबिंब लेन्सेस जवळ होतें ह्मणून तें लहान झालें. लेन्सेपासून तर दोन्हीं कार्यें घडतात. ती पदार्थास मोठें करिते, आणि लहानही करिते.

गु० - खरें जर प्रतिबिंब मोठें करावयाचें असलें तर पदार्थास लेन्सेचे फोकसा जवळ ठेवावें; आणि लहान करावयाचें असलें, तर पदार्थास लेन्सेपासून दूर ठेवावें, असें ठेविलें ह्मणजे प्रतिबिंब फोकसांत, किंवा त्याचे जवळ जवळ उमटतें.

गो० - ह्या सूक्ष्मदर्शकाचेठायीं पदार्थास विशाल करण्याची मोठी शक्ति; परंतु एणेंकरून जें प्रतिबिंब उमटतें तें प्रकाशाचे न्यूनतेमुळें स्पष्ट दिसत नाहीं. बरें खिडकीचा भोंकांतून अधिक उजेड येई इतकें तें जर मोठें केलें, तर तें प्रतिबिंब साफ दिसूं लागणार नाहीं काय?

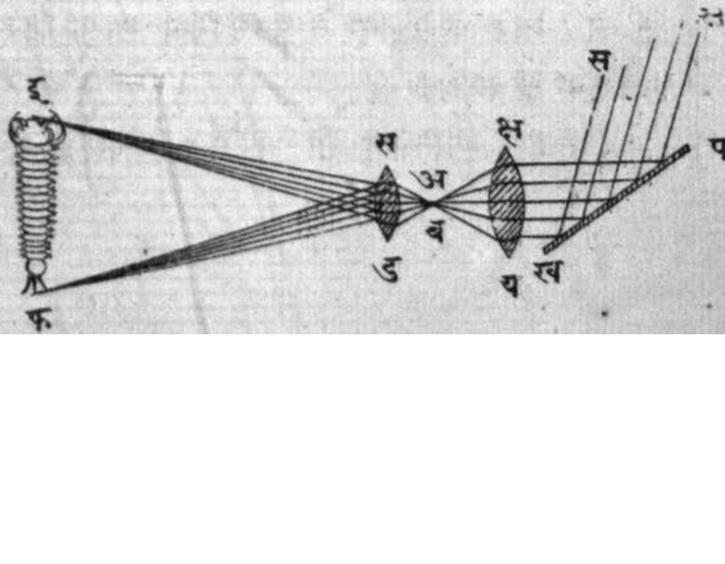
गु० - नाहीं: खोलींत जो अधिक प्रकाश येईल, तो

जर

जर त्या पदार्थावर न पडला, तर तेणेंकरून खो-
लींत मात्र अधिक प्रकाश वाटेल, आणि तें प्रति-
बिंब अधिक मंद दिसूं लागेल.

कृ० - दुसऱ्या लेन्सेचे योगानें किरणाची मोठीएक
छटा फोकसांत आणून त्या पदार्थावर पडतां ये-
णार नाहीं काय ? असें केलें असतां खोलींत आ-
लेला सर्व प्रकाश एकत्र होऊन त्या पदार्थावर पडूं
लागेल.

गु० - बरें तर तसें करूं - आपण खिडकीचें भोंक
वाढवूं, आणि किरण क्षीयमाणान्तरानें फोकसां
त येऊन अब पदार्थावर पडावे, म्हणून त्या भों
कास क्षय लेन्स लावूं. आतां या सूक्ष्मदर्शकास
एक दुसरा अवयव पाहिजे, म्हणजे हें सूर्यसूक्ष्म
दर्शक होईल. गोपाळा हा कोणता अवयव असा-
वा बरें.



गो० - जो चलित केला असतां अशा स्थितीनें रहा वा कीं, जा अवर सूर्यकिरण पडत आणि जापासून ते परावृत्त होऊन पदार्थावर पडत, असा एक आरसा म्या जें सूक्ष्मदर्शक पाहिलें होतें, त्यास फिरत्या अवयवाचे योगानें जडला होता. बरें या लेन्सेवर किरण परावृत्त होऊन पडावे, ह्मणून त्या आरशासारिखा येथें एक आरसा लाविला, तर तेणेंकरून पदार्थावर पुरतेपणीं उजेड पडणार नाहीं काय ?

गु० - पडेल. परंतु हा लहान आरसा खिडकीचे पलीकडेस ठेवितों, याजवर सरळ पतित किरण येऊन क्षय लेन्सेवर परावृत्त होऊन पडतात आतां हें सूक्ष्मदर्शक सर्व अवयवयुक्त झालें, यानें आपण या चण्याचे पिठांतील अत्यंत सूक्ष्म कृमी पाहूं या विचारास मी लेन्सेचे फोकसाजवळ ठेवितों - वरील आकृति पहा -

गो० - आहाहा, आतां प्रतिबिंब किती स्पष्ट उठलें आणि केवढें विशाळ दिसूं लागलें ! ते कृमी तर

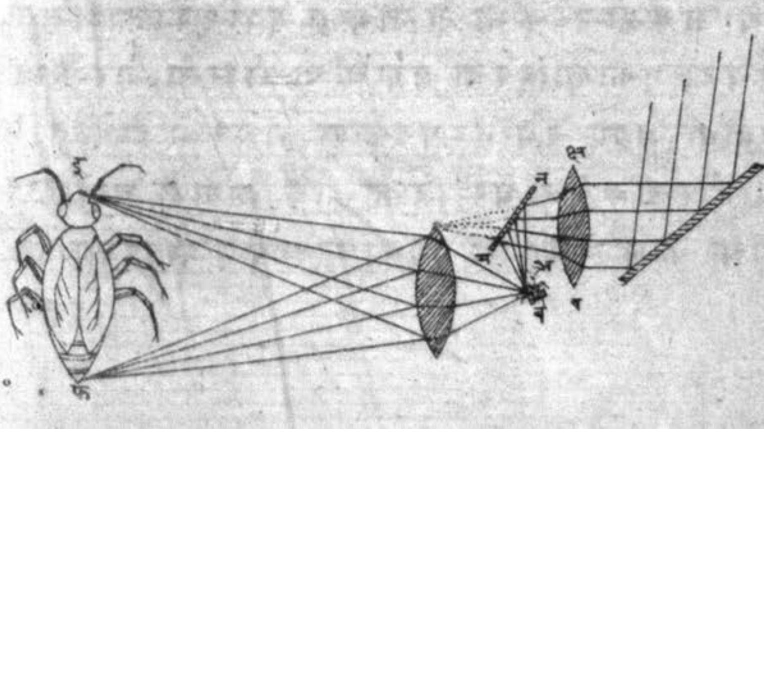
मोठ्या

मोठ्या फळ्पां सारिखे दिसत आहेत, हे काय आणूं डोंगरावर चरत आहेत.

क्रु० - या सारिखा तर म्या कोंठे चमत्कार पाहिला नाहीं. आतां हें पीठ कांहींसें हाललें, जसा कोणी ह्मणेल कीं भूकंपच झाला. याचे खालीं कांहीं कुमीच्या चेंदा होऊन गेला असेल; पहाहो ते किती त्वरेनें धांवत आहेत, असे कायते चौकच दाफीत आहेत.

हें सूक्ष्मदर्शक पारदर्शक पदार्थमात्र पहावयास उपयोगीं पडतें; जेव्हां त्यां पदार्थांमधून प्रकाश पार होईल, तेव्हांच त्याचें प्रतिबिंब भिंतीवर उडेल.

गु० - सूक्ष्मदर्शकांतून पहावयाजोगे असेजे अति-



सूक्ष्म पदार्थ ते प्रायशः पारदर्शक असतात; परप्रकाश पदार्थ पहावयाचे झाले, तर मग आरसा लावितात, तेणेंकरून पदार्थाचें जें अंग भिंतीकडेस असतें, त्याजवर प्रकाश परावृत्त होऊन पडतो; मग पदार्थापासून जो प्रकाश परावृत्त होतो, तेणेंकरून प्रतिबिंब उमटतें. मागें असें किरण पदार्थामधून आरपार होऊन प्रतिबिंब उठलें, तसें घडत नाहीं.

असहाय नेत्रास दिसत नाहींत, असे जे लहान पदार्थ ते पहावयास सूक्ष्मदर्शक मोठें उपयोगी साधन होय. परंतु जे वस्तुतः लहान नाहींत, दुरून पाहिले असतां लहान दिसतात, असे पदार्थ पहावयास हें साधन उपयोगी पडत नाहीं; आपल्या जवळील कृमीचा जेवढा दर्शनकोन असतो, तेवढा एकाद्या दूरच्या पदार्थाचा असला, तर कृमी पहातां जशी नेत्रांतर पटलास अवस्था होते, तशीच तें पलीकडील घर पहातां होते: म्हणजे घर पहावयाचा कोन नेत्रान्तर पटलावर स्पष्ट प्रतिबिंब उठे

इतका

इतका मोठा नसतो.

कृ० – अशा प्रसंगीं तर पदार्थास डोळ्याजवळ आणितां येणार नाहीं. बरें लेन्सेकरून त्या पदार्थाचें प्रतिबिंब विशेष जवळ आणवणार नाहीं काय?

गु० – आणवेल; पण लेन्सेचे फोकसापासून तो पदार्थ फार दूर, म्हणून त्याचें प्रतिबिंब इतकें लहान उठेल कीं, जें केवळ असहाय डोळ्यास दिसणार नाहीं.

कृ० – तर तें प्रतिबिंब दुसरे लेन्सेमधून पहावें, या लेन्सेपासून सूक्ष्मदर्शकाचें कार्य पडेल, येणेंकरून तें प्रतिबिंब आपणास आपल्या नेत्राजवळ आणितां येईल, आणि दिसतें होईल.

गु० – भलेभले कृष्णा! त्वां तर दुर्बिण करण्याची युक्ति काढलीस:– अब पदार्थाचें इफ प्रतिबिंब



सड लेन्स उत्पन्न करितें; आणि क्षव लेन्स तें प्रतिबिंब मोठें करितें, हीं दोन साहित्यें असलीं, ह्मणजे जीस शास्त्रांत किरणवक्रीकारक दुर्बिण ह्मणतात, ती दुर्बिण होते.

क्र. ० - पदार्थ जसे नेत्रान्तरपटलावर उलटे होतात, तसें वरील आकृतींत प्रतिबिंब उठलें नाहीं; तेंतर आपल्यास उलटें दिसावें; स्या जा दुर्बिणींत पाहिलें आहे, त्यांत असें कांहीं दिसलें नाहीं.

गु० - प्रतिबिंबसुलटें दाखवायाचें झालें. ह्मणजे दुसरीं दोन लेन्सें लावावीं लागतात; तेणेंकरून पहिल्या प्रतिबिंबाशीं विपरीतस्थितीनें, असें एक दुसरें प्रतिबिंब उठतें ह्मणून तें सुलटें होतें; भूस्थ पदार्थ पहावयाचे झाले असतां, त्या अधिक कांचा लावाव्या लागतात; खस्थ पदार्थ उलटे किंवा सुलटे दिसले तरी सारखेच

क्र. ० - सूक्ष्मदर्शक आणि दुर्बिण यांत मला वाटतें भेद इतकाच:- लेन्सेस पदार्थ अत्यंत जवळ, ह्मणून सूक्ष्मदर्शक विशाल प्रतिबिंब उठवितें; आणि

लेन्सेस

लेन्सेस पदार्थ अत्यंत दूर, ह्मणून दुर्बिण लहान प्रतिबिंब दाखविते.

गु० — दुर्बिणीविषयीं तुझी निरुक्ति केवळ निर्विवाद नव्हे, तिच्याठायींतर ह्मव लेन्स किंवा नेत्रकाच असते, तिच्यायोगानें प्रतिबिंब विशाळ होतें. पाहिलें असतां तीच सूक्ष्मदर्शक आहे. प्रतिबिंबास नेत्राचे विशेष जवळ आणिते अशीजी सडु लेन्स किंवा पदार्थ काच, तीचें मात्र तुझा निरुक्तिवरून स्वरूप होतें.

पदार्थ फार विशाल व्हावा अशा योग्यतेची दुर्बिण करणें झालें, तर तीला लेन्स लाविता नाहींत, गोलांतर आरसे लावितात. गोलवाल्या लेन्स किरण वक्रीकरणेंकरूनजें कार्य उत्पन्न करितात, तेंच कार्य गोलांतर आरसे किरणपरावर्तनेंकरून करितात, याजकरितां प्रतिबिंब नेत्राचा विशेष जवळ यावें, ह्मणून किरण परावर्तक दुर्बिणीत आरसे लावितात; आणि प्रतिबिंब मोठें दिसावें, ह्मणून किरणवक्रीकारक दुर्बिणींत लेन्स किंवा नेत्रकाच लावितात.

किरण

किरण वक्रीकारक दुर्बिणीचें फळ असें आहे. जर तिच्याठायीं सहा फुटीच्या फोकसाचें आरसे असले, तर शंभरफुटीचे फोकसाचें लेन्स जितका पदार्थ विशाल करील, तितके ते आरसे करतील.

गो० - माझ्या मतें नेत्र काचेच्या प्रतिबिंबास विशाल करिते, आणि दुसरें लेन्स लहान झालेल्या प्रतिबिंबास नेत्राच्या विशेष जवळ आणावयास उपयोगीं पडते.

गु० - पदार्थाहून प्रतिबिंब लहान होतें खरें, परंतु दर्शनानुशासनसंबंधी साधनावांचून पदार्थ पाहिला असतां, जा परिमाणाचा दिसतो, त्या परिमाणापेक्षां तो मोठाच दिसतो; पदार्थास असें मोठें करण्याची शक्ति जी किरण परावर्तक दुर्बिणींत आहे, तिजपेक्षां किरण वक्रीकारक दुर्बिणींत विशेष असते.

सिद्ध पदार्थ विज्ञान शास्त्राचें जें कांहीं मला स्वल्पज्ञान होतें, तें म्या तुह्मास सांगीतलें, याकरितां आतां या शास्त्राविषयीं आपलें संभाषण समाप्त

समाप्त करावें. तुम्हास जें ज्ञान प्राप्त झालें आहे, तेणेंकरून जर तुमच्याठायीं या शास्त्रांत विशेष अभ्यास करावयाची योग्यता आली, तर माझें सांगण्याचें साफल्य होईल. त्या सिद्ध पदार्थ विज्ञान शास्त्राचा पठनेंकरून, सिद्ध पदार्थयुक्त सृष्टि औदार्यानें उत्पन्न करणारा जो प्रभू; त्याचें ज्ञान, कृपालुत्व, इत्यादि गुणाचे ठायीं; मनोवृत्ति परायण झाल्या, तरच त्या पठनापासून महत् सुख होईल.

इति अष्टादश संवादः

समाप्तः

शब्दपरिभाषा.

अ.

अर्कविदूरप्रदेश, ———————— १८९
अर्कसंनिधप्रदेश, ———————— १८९
अगोचर, इंद्रियेंकरून ज्याचें प्रत्यक्ष होत नाहीं तो.
अग्नि, उष्णता किं॰ तेज. ———————— २१, २६५
अतएव, यास्तव, ह्मणून. ————————
अंतर्धान, पूर्वी दृष्टजो पदार्थ त्याची दृष्टीस नपडाया जोगी जी गुप्तपणे स्थिति तें. ————————
अंतरस्थ, ———————— ४०७
अंतरित, दोनपदार्थांचे मधील अवकाशांत तिसरापदार्थ असला ह्मणजे ते दोनपदार्थ परस्परांशीं. ————————
अंतःप्रवण, ज्याचा रोंख आंतले अंगाकडेस झाला असतो तोपदार्थ. ————————
अधिष्ठित, कोणएक अधिष्ठानातें व्यापून जो स्थित तो. किं॰ त्याणें व्यापिलें जें अधिष्ठान तो.
अनुगतधर्म, सांसिद्धिकधर्म; जे कदापि पदार्थापासून

शब्दपरिभाषा.

अ.

पासून नाहींसे होत नाहींत ते. ———

अनुगतोश, अंगीचा; जापासून जो कदापि सुटत नाहीं तो त्याचा. ———

अनुपपत्ति, उपपत्तीचा अभाव. ———

अनुमान, अटकळ, तर्क. ———

अनुमोदन, अनुमत. ———

अनुरूप, कोणेका प्रमाणें, जितकें, तितकें, जसें, तसें. ———

अनुरोध, रोख, कोणएक भाषणादिकर्माचे प्रवृत्तीस प्रयोजक जें शास्त्रादिक तत्प्रवृत्ति पारतंत्र्य स्वीकृत असतें ते. ———

अनुसरणें, अनुलक्षून असणें, जसें असेल त्या प्रमाणें कोणेकानें वर्तणें. ———

अन्वर्थक, जाशब्दें करून कोणीएक अर्थ यथास्थित दाखविला जातो तो. ———

अपरावृत्तकिरण, जे किरण कोणेके स्वप्रकाश

च

शब्दपरिभाषा.

अ.

च पदार्थापासून येतात, कोणेकेपदार्थावरपडून दुसऱ्याकडे येतनाहींतते ———

अपसिद्धांत, सिद्धांत विरुद्ध जो पक्ष तो. ———

अप्रवाही, स्थावर, मृत्तिका, पाषाण, वृक्ष इत्यादि.

अभाव, नाहींपणा. ———

अभिधान, नाव. ———

अभिनंदन, कोणेकाचे कर्माची आनंद व्हावयाजोगीजी स्तुति तें. ———

अभिमुख, ज्याचें तोंड जिकडे झालें किंवा ज्याचा रोंख ज्या कार्याविषयीं झाला तो तिकडे. ———

अयनवृत्त, ——— २३५

अवकाश, रिकामी जागा. ———

अवयव, कोणेकाचा अंश, भाग. ———

अवर, दिवसाचा २४ वा भाग, अडीच घटका.—

अवष्टंभ, गतीस अडथळा, प्रतिबंध. ———

अंश ——— ८९, २४०, २४२

—कोटीचे

शब्दपरिभाषा.

अ.आ.

अंशकोटीचे, ———————— २४२

भुजेचे, ———————— २४१

असंकोच्यप्रवाही, ———————— ३०७

असंभाव्य, होईल घडेल इत्यादिरूप संभावना करण्यास अयोग्य अर्थ तो. ————

आकर्षकत्व, ———————— ५, १७, ३५

———— गुरुत्व, २६, ५९, ६८, २०२, २४६, २९७

———— स्नेह, ———— १७, ५९, ३०६, ३५३

आकर्षकशक्ति किं॰ क्रियाकृष्टिप्रेरणा, — १९६

आकार किं॰ आकृति, ———————— ५८

आकुंचन, प्रसृत पदार्थ थोडक्या जाग्यांत रहावयाजोगा होतो जो त्याचे अवयवांचा जवळजवळ सन्निवेशातें. ————

आघात, टोला, फटका, धक्का. ————

आघ्राणज्ञानतंतू किं॰ घ्राणेंद्रिय. ———— ४३६

आडी, ———————— १६३

आंदोलक

शब्दपरिभाषा.

आ.

आंदोलक, ———— २५०

आंदोलन, २९२, लोंबत असतो जो पदार्थ त्याचें जें हालविण्याच्या योगानें चलन तें ————

आधिक्य, अधिकपणा. ————

आपातरमणीय, बाहेरून खरेंसें दिसणार तें.

आभिमुख्य, कोणेकाच्या कोणेके कार्याविषयीं जो रोंख तें. ————

आरसा, ———— ४६९

———— गोलबाह्य, ———— ४६९, ४७४

———— गोलबाह्याचामध्य किं० कणा, ———— ४७१

———— गोलांतर, ———— ४६९, ४७८

———— सपाट, ———— ४६९

आरशापासून किरणपरावर्तन, ———— ४६१, ४६९

आरोप, कोणएकपदार्थीं कोणएक धर्म वास्तवीक नसतां त्याचेंजें बळेंच स्थापन तो. ————

आरोपित, आरोप झालेला आहे ज्याचे ठायीं तो.

आरोपित

शब्दपरिभाषा.

आ-उ.

आरोपितचलन, ——— २२२

आंसकिंचकणा, ——— १९६

आंसचलनाचा, ——— १००

आंसास खिळलेलें चाक, ——— १५४, १६२

ओहोळ, ——— ३३७

औपाधिक धर्म, ——— ३४

इंच, कमारें अंगुळाइतकें असतें तें. ———

इंद्रचाप, ५१८, पर्जन्यकाळीं आकाशांत जी रंगांची

धनुष्याकार आकृति दिसत्येतें. ———

इंद्रियजन्य ज्ञान, जें इंद्रियें करून ज्ञान होतें तें. — ४३५

इंद्रियभ्रम, ——— २२१

ईश्वराचें अद्भुत महात्म्य, ——— २४, १९८, ५७५

उच्चनाद, ——— ४००

उच्चालक, ——— १२३

——— भाग, ——— १२८

उच्चालन, ——— १२३, १२४, १३३

—पाहिल्या

शब्दपरिभाषा.

उ.

उच्चालनपहिल्याजातीचें, ———— १३७, १३९
———— दुसऱ्याजातीचें, ———— १४०
———— तिसऱ्याजातीचें, ———— १४३
उच्चाल्य, ———— १२३
———— भाग, ———— १२८
उडतेंचाक, ———— १७०
उड्डान, ———— ७८, ७९
उतरण, ———— १२३, १५९
उत्तरगोल, ———— २३५
———— वृत्त, ———— २३५
उत्तरार्धगोल, ———— २५७
उत्कर्ष, अतिशय, विशेष. ————
उत्सारकशक्ति, किं० अपाकृष्टिप्रेरणा, ———— १९६
उधान, ———— ३०१
उपक्रम, प्रारंभ. ————
उपक्रांत, आरब्ध. ————

शब्दपरिभाषा.

उ.

उपग्रह, ———————— २०१

उपनेत्र, दुर्बीण, सूक्ष्मदर्शक, डोळ्यांस लावाव याची आर्शी इत्यादिक तें. ————

उपपत्ति, बोलण्याची युक्ति, जेणें करून पहिलें बोलणें खरें होईल असें जें भाषण तें. ——

उपपादन, अनेक युक्तींनीं कांहीं प्रतिपादावयास जें बोलणें तें. ————————

उपसंहार, समाप्ति. ————————

उपस्थित, उभारलेलें, सिद्ध झालेलें. ————

उपाधि, शुद्धस्वरूपानें स्थितजो कोणएकपदार्थ त्याचा ठायीं अन्यरूपताभासायास कारण जो पदार्थांतराचा संबंध किं॰ तें पदार्थांतर तो. कोणेकापासून विलक्षण कार्य व्हावें अशाविष यीं प्रयोजक जें कांहीं एक तो. ————

उपोद्घात, ग्रंथ ऐकावयास किंवा शिकावयास आस्था बसावी, ह्मणून जो लहान ग्रंथाचे पूर्वीं

शब्दपरिभाषा.

उ. क.

ग्रंथांश असतो, जांत ग्रंथाचें प्रयोजन विषय इत्यादि सामान्यतः सांगितलीं असतात तो. —

उन्मान, तोलूनजें माप तें; किंवा शेर, मण, खंडी, अशीं जीं मापें तीं प्रत्येकीं. —

उलटीआकृति, किं॰ प्रतिबिंब. — ४३९

उष्णकाल, — १८९, २५९

उष्णकालीनसंक्रांत. — २६२

उष्णखंड, — २३९, २५८

उष्णता, किं॰ अग्नि. — २१, २६५

उष्णतामानयंत्र, उष्णमापक. — ३६७

ऋतुभेद, — २५३

कर्कशनाद, — ४००

कर्कसंक्रांत, — २५५

कर्कोटक, कुपास. —

कर्कादिवृत्त, — २३६

कर्णरेघकिंवारेषा. — ९६

शब्दपरिभाषा.

क-का.

कणा किं॰ आंस, —— १९६

—— पृथ्वीचा, —— २३५, २५४

कंपनरूपचलन, —— ३९२

कलाचंद्राचा, —— २८३

कला, —— २४०

कप्पी, —— १२३, १४५

—— अचर, —— १४५

—— चर, —— १४६, १४८

कप्प्याचें जुळें. —— १५२

कक्षा, पृथिव्यादिग्रहांचे फिरण्याचा मार्ग. —— २०८

—— पृथ्वीची, —— १८९

कांच, —— ५०२

—— अग्न्युत्पादक, —— ५११

कांचेकडून किरणवक्रीभवन, —— ५०२

काटकोन, समानकोन. —— ८९, ९०

कादाचित्क झरा, —— ३४८

शब्दपरिभाषा.

का. कि.

कादाचित्कवारा, —————— ३८२

कामिराअब्स्क्युरा, ४३०, ४४०, ५६४, किंवा चौकोनी लहानशा पेटीसारिखें असून ज्यांचेवरील अंगास बाहेरील पदार्थांचीं प्रतिबिंबें आंत पडावीं, ह्मणून कांचा बसविल्या असतात, व एक पुढील अंगास त्यांतील प्रतिबिंबें पहावयास बसविली असत्ये असें जें यंत्र तें. ——————

कार्य, काहींएक व्यापाराचें फळ, उदाहरण; परस्पर काष्ठमंथनाचें कार्य अग्निउत्पन्न होणें. ———

कारंजें, —————— ३५०

कारण, जें कार्य ज्यापासून उत्पन्न होतें, तें त्याचें.

कालगणक, —————— २९३

कालमान, —————— २७४, २८०

किरण, —————— ४०८

— छटा, —————— ४०८

— पतन, —————— ४१८

शब्दपरिभाषा.

कि·को·

किरणपतित, —— ४७०, ४१८

—— परस्परछेदक, —— ४३३

—— परावर्तकदुर्बीण, —— ५७४

—— परावर्तनवातावरणेंकरून, —— ३८३

—— परावृत्त, —— ४७०, ४१८, ४२७

—— वक्रीकारक दुर्बीण, —— ५७४

—— वक्रीभवनवातावरणेंकरून, —— ४९८

—— वर्धमानान्तर, —— ४७०

—— शोषण, —— ५२१

—— क्षीयमाणांतर, —— ४७०, ४१८, ४२७

कृतज्ञता, उपकारनविसरावा असाजो भावती.–

कृत्य, कोणेकाकडून प्रतिपादून सिद्धकरून घ्याव यास जें काहीं रेषादि आकृतिरूप किंवा प्रश्नरूप असतें तें. ——

केशाकृतिनळ्या, —— २५

कोटि, —— २४२, २८९

शब्दपरिभाषा.

को-ख.

कोटीचेअंश, —— २४२

कोन, —— ८८

—— दर्शन, —— ४४६

—— पतन, —— ९२, ४१८, ४६४

—— परावर्तन, —— ९३, ३९६, ४१८, ४६४

—— लघु, —— ९१

—— विशाल, —— ९१

—— समान, —— ८९, ९०

कौपर्निकमत, —— २२८

क्रांतिवृत्त, —— २१९, २३६

क्रिया, कर्म, व्यापार. ——

खंड, —— २२५, २३९

—— उष्ण, —— २३९ २५८

—— शीत, —— २३९

—— शीतोष्णसमखंड. —— २३९, २५८

खंडन, मतमोडणें. ——

शब्दपरिभाषा.

ख·ग·

खरज, —— ४०१

खस्थपदार्थ, चंद्र, सूर्य, तारा, इत्यादि. ——

गति, गमन किं॰ चलन —— १५, ५८, ७३, ७५

—— चाओंस, —— १००

—— दीर्घवर्तुलाकार, —— १०३

—— दैनंदिनगति, —— १९७

—— परावृत्त, —— ८७

—— मध्य, —— ९९, १२४, २९९

—— मिश्र, —— ९४

—— वक्ररेखागति, १०३, वांकड्या रेघेनें जी गति होते ती. ——

—— वर्तुलाकार, —— ९८, १८२

—— वर्धमानांतर, —— ६७

—— सतत, —— ६४

—— समान, —— ६३

—— सरळरेघ, —— १०३

क्षीय

शब्दपरिभाषा.

ग. गो.

गति, क्षीयमाण, ———— ६६
गंध, ———— १२
गंधउडूनयेणें, ———— १२
गारगोटी, ९, त्रिकोण चतुष्कोणादि जे स्फटिकरूप लहान लहान दगड गारा ती. ————
गुण, स्वभाव, धर्म. ————
गुरुत्व, किं० भार, — ३५, २४६, ३२१, ३५४, ३५७
गुरुत्वाकर्षकत्व, — २६, ६८, २०२, २४६, २९७
गुरुत्वमध्य, ———— ११६, १२०, १२५, २२९
———— प्रेरणा, ———— १०५
———— रेषा, ———— ११२
———— विशिष्ट, ———— ३१९
———— विशिष्टवायूचें, ———— ३६२
गोचर, इंद्रियेंकरून ज्याचें प्रत्यक्ष होतें तें. ————
गोदी, मुंबईचे किल्यांत मोठीं मोठीं गलबतें बांधाव याचीं चिरेबंदी जेथे स्थानें आहेत ती जागा.

गोल

शब्दपरिभाषा.

गो-ग्र.

गोल, ———— ११४
——उत्तर, ———— २३५
—— दक्षिण, ———— २३५
गोलाकारलाटा, ———— ३९३
गोलांतरआरसा, ———— ४६९, ४७८
———आरशाचें फोकस, ———— ४८०
——— आरशापासून किरणपरावर्तन, ———— ४७८
गोलबाह्यआरसा, ———— ४६९, ४७४
———आरशाचें फोकस, ———— ४७४, ४८०
ग्रह, ———— ९१, १९४, २०१, २७१
——उप, ———— २०१
—— मुख्य, ———— २०१
ग्रहांचा आंस, ———— १९६
ग्रहण, ———— २८५, २९४
—— अल्प, ———— २८६
—— पूर्ण, ———— २८६

—सूर्य

शब्दपरिभाषा.

घ. च.

——सूर्य, —————— २०६

—— चंद्र, —————— २८५

घन, जाची लांबी रुंदी आणि उंची सारिखी असें जें क्षेत्रादि तो. ——————

चक्र, —————— १५७

चंद्र, ———— १९३, २००, २०१, २८१, २९७

चंद्रग्रहण, —————— २८५, २९४

———— प्रतिप, —————— २८४

———— पादोन, —————— २८४

———— अर्ध, —————— २८४

———— पूर्ण, —————— २८४

चंद्राचाकला, —————— २८३

चलन किं॰ गति, गमन. —— १५, ५८, ७२, ७५

चलनवर्तुलाकार, —————— ९८, १८२

चलनाचा आंस, —————— १००

———— मध्य, ———— ९९, १२४, २९९

—मिश्र

शब्दपरिभाषा.

चां·जी·

——— मिश्र, ——— ९४
चाकूउडतें, ——— १७०
चांद्णें, ——— ४२३
चांद्रमास, ——— २८१
चालकत्व, ——— ७३, १३४
चौकोनाचीकर्णरेषा, ——— ९६
चौरस किं० चौकोन, ——— ९७
छटाकिरणाची, ——— ४०८
छाया, ——— ४१०
छेद्णें, रेघ, किरण इत्यादिकानीं परस्परांतून आडवें होउन पार होणें. ———
जडत्व किं० अस्वतंत्रगमन, — ५, १५, ५९, ६४
जल, ——— ३०७
—— गणक, ——— ३३०
जलाशय, जेथें पाणीं जमून रहातें तें स्थान.
जीवरूपपदार्थ, ९, प्राणिमात्र; कीटक. पक्षी.

शब्दपरिभाषा.

जु॰ ता॰

—— चतुष्पद, मनुष्य, इत्यादिक. ——

जुनें, —— २१२

ज्वालावत्स्थान, १९३, जा पर्वतादि स्थानापासून ज्वाला निघत असतात तें. ज्वालामुखी.

झर्झरोदक, —— ३३६

झरे, —— ३३६, ३३९

—— कादाचित्क, —— ३४८

टेंका, —— १२४

डोळा, —— ४२९

तंतुवाद्य, —— ४०१

तरंगभंगाकृति, किं॰ पराबल्ला, —— ११०

तराजू, —— १२५, १२७, १३२

तळ किं॰ पातळी, —— २३६

तळें, —— ३४५

तारतम्य, अधिकउणेपणा. ——

तांनलसाचें पात्र, —— ३४१

शब्दपरिभाषा.

ता. द.

तारा, —— २७४

स्थिर किं० अचर, —— १९३, २१७, २७४, २९१

तिर्यत्क, तिर्कसपणा. ——

तिसऱ्या प्रकारचें किं० जातीचें उच्चालन, —— १४२

तुफान —— ३७९

तूळ, —— ११०

त्राण, बळ. ——

दर्शन, —— ४२९

—— एके पदार्थाचे दोन पदार्थ दिसणें, —— ४५९

—— पदार्थानें दुरून लहान दिसणें, —— ४४४

दर्शनानुशासन —— ४०५

दर्शनकोन, —— ४४६

—— ज्ञानतंतू, नेत्रांतरपटल किं० चक्षुरिंद्रिय, ४२९, ४३६,

ज्ञानतंतूवरील प्रतिबिंब, —— ४३४, ४६०

दक्षिणगोल, —— २३५

—— वृत्त, —— २३५

शब्दपरिभाषा.

दा·द.

दार्ढ्य, —— १९
दिवस, —— १९४
दीर्घवर्तुल, —— १८६
दीर्घवर्तुलाकारगति, —— १०२
दुर्बीण, —— ५७१
—— किरणपरावर्तक, —— ५७४
—— वक्रीकारक, —— ५७४
दुसऱ्याप्रकारचें उच्चालन, —— १४०
दुहेरी सूक्ष्मदर्शक, —— ५६३
दूरत्व पृथ्वीचें सूर्यापासून, —— १९०
दूरीकरण, दूरकरणें, नाहींसें करणें याचा जो व्यापार किं॰ तज्जन्यफल तें. ——
दूषण, दोष. ——
दूषणीय, दोषद्यावयास योग्य असा जो ग्रंथ मत इत्यादि तो. ——
दृष्टि, —— ४३४, ४५७

शब्दपरिभाषा.

दृ. धू.

दृष्टिमंद, —— ५५२, ५५७

दृष्टोत्पत्ति, प्रत्यक्ष, अनुभव. ——

दृढीकरण, बोलण्याचे युक्तीनें बोलणें खरें करण्या चाजो व्यापार किं॰ तज्जन्य फळ. ——

दैनंदिनगति, —— १९७

द्रव, पदार्थाचे अंगींचा जलांश. ——

द्रव्य, पदार्थ, वस्तु. ——

धर्म, पदार्थावर विशेषणत्वें करून भासमान गुण जाति अखंडोपाधि एतद्रूप काहीं असतो ओतो. ——

धर्मसामान्य, —— ४

धर्मसांसिद्धिक, —— ५.

धातुरूपपदार्थ, ९, मृत्तिका पाषाण सुवर्णादि धातु इत्यादिकपदार्थ. ——

धूमकेतु, —— २१६

—— चीशिखा, —— २१६

धूर, —— १३, १४, ५०, ५१.

शब्दपरिभाषा.

अ॰ ना॰

अव, ———————— ९९, २३५
अवाचीचांदणी, ———————— २५६, २९०
अवाकृष्टिप्रेरणा, ———————— १०३, १८०, १७७
अवोत्कृष्टिप्रेरणा किं॰ अवोत्सारप्रेरणा, १०३
१७७, १८०, २४३. ————————
नदी, ———————— ३४८
नवशिका, जोनुक्तान्त शिकावयास लागला आहे तो.
नक्षत्रें ———————— २१७
नाद, किं॰ शब्द, ———————— ३८७, ३९९
—— धाधाचा, ———————— ३९९
—— उच्च, ———————— ४००
—— कर्कश, ———————— ४००
—— विषम, ———————— ४००
—— सम, ———————— ४००
नाक्षत्रमान, ———————— २७५
—— वर्ष, ———————— २७९

निर्भे

शब्दपरिभाषा.

नि·ने·

निर्भेद्यता, ———— ५

नियताकारत्व, स्थितिस्थापकत्व, ———— ८२

नियताकार, स्थितिस्थापक संस्कारयुक्तपदार्थ, १९, ४९

नियम, कांहींएक बांधिलेला बंद, मर्यादा. ————

नियमन, कोणेकेपदार्थास नियमानें ठेवण्याचा जो व्यापार तें. ————

निरंतर, जा दोन पदार्थामध्यें तिसरापदार्थ नसला ह्मणजे तेपरस्परांशीं. ————

निरवरोध, अडथळ्यावांचून. ————

निराकरण, दोष नाहींसा करण्याचा व्यापार. ——

निरुक्ति, कोणेकेपदार्थाचें स्वरूप समजायासाठीं लक्षण बांधितात ती. ————

निरोध, प्रतिबंध, अडथळा. ————

निवृत्ति, दोषादिक नाहींसे करण्याचा व्यापार किं॰ फळ ती. ————

नेत्रांतरपटल, किं॰ दर्शनज्ञानतंतू, ४२९, ४३६, ५४६

शब्दपरिभाषा.

न्यूटन, —— १७४, २२८
न्यूनता, कमीपणा. ——
न्यूनाधिक्य, कमीअधिकपणा. ——
पतनकोण, —— ९२, ४१८, ४६४
किरणाचें, —— ४१८
पदार्थाचें, —— ३६, ४३, ५३, ६८
वेग, —— ४३, ५२, ७०, १०६
स्थान, जा स्थानावर प्रकाश किरणादि पडून जा पासून मागें येतात तें. ——
पतितकिरण, —— ४७०, ४१८, ४२७
पदार्थ, —— ४
—परप्रकाश, —— ४०६, ४७०, ४९०
—पारदर्शक, —— ४०६, ४८९
—सनाद, —— ३८७
—स्थितिस्थापकसंस्कारयुक्त, —— ४९
—स्वप्रकाश, —— ४०६

शब्दपरिभाषा.

प.

पर्यटन, फिरणें, जाणें, इत्यादिरूपजोव्यापारतें. —
पर्यवलोकन, विचारपूर्वक पहाण्याचाव्यापारतें. -
परस्परछेदककिरण, —————— ४३३
परप्रकाशपदार्थ, —————— ४०६, ४७०, ४९०
परावर्तनप्रकाशाचें, —————— ४१७
—————— आरशापासून, —— ४६१, ४६९
——— कोन, —————— ९३, ३९६, ४१८, ४६४
परावर्तनप्रकाशाचें गोलांन्तरआरशापासून, ४७०, ४७८
—————— गोलबाह्यआरशापासून, — ४७०
—————— सपाटआरशापासून, —— ४७०
परावृत्तकिरण, —————— ४१८, ४२७, ४७०
—— चलन, —————— ८७
परिधि, घेरमोज. ——————
परिमाण, लांबी, उंची, असेंजें पदार्थाचें मोजतें.
परिमेयता, —————— ५
पहिल्याप्रकारचेंउच्चालन, —————— ११७, ११९

शब्दपरिभाषा.

प-पू.

पक्ष, मत. ————————————

पाउस, ———————————— २३, ३३२

पाचर, ———————————— १२३, १६०

पांचवास्वर, ———————————— ४०३

पातळी, समान बाह्यांग, अत्यंत पातळ एकसारिखा सपाट असा एक कल्पित पदार्थ. ————

—— तिर्कस, तिर्कस झालेली पातळी. ————

—— सरळ, जीचें एक अंग उंच किंवा नीच नाहीं अशीजी पातळी ती. ————

पारदर्शकपदार्थ, ———————————— ४०६, ४८९

पारा, ———————————— ३६३

पाऱ्याचेंसमतोलन, ———————————— ३६४

पालस, ———————————— २१२

पिस्टन, ———————————— ३७०

पूर्वपक्ष, वादप्रकरणी अग्रवादी निवेदितो जें आपलें वृत्त तो. ————————————

शब्दपरिभाषा.

पृ. प्र.

पृथक्करण, वेगळें करण्याचा व्यापार. ——

पृथ्वी, —— २६, १७३, १७५, १८१, २११, २६३, २७६

—— कक्षा, —— १८९

—— कक्षेचें तळ, —— २३६

—— चे आंसाचें तिर्यक्त्व, —— २५४

—— चीगति, —— २७२

—— चें चलन आणि नौका चलन यांचें साम्य, —— २२२

—— चें दूरत्व सूर्यापासून, —— १९०

—— चा वेग, —— २२६

पोहणें, —— ८१

प्रकाश, —— ४०७

—— परावर्तन, —— ४१७

—— प्रसरण, —— ४१०

—— वक्रीभवन, किं॰ वक्रता. —— ४८९

—— शोषण, —— ४१७

प्रकाशाची छटा, —— ४०८

प्रकृति

शब्दपरिभाषा.

प्र.

प्रकृति, ———————————— ४, ७३
प्रत्यक्ष, साक्षात् इंद्रियेंकरून जें पदार्थांचें ज्ञान. —
प्रत्याघात, ——————————— ७५, ८७, १०८
प्रतिक्रिया, किं॰ प्रत्याघात, ——— ७५, ८७, १०८
प्रतिष्टंभ, औरानें जो अडथळा होतो तो. ———
प्रतिबंध, अडथळा. ———————
प्रतिबिंब, किं॰ आकृति, ——————— ४३४, ४६०
——— उलटें, ——————————— ४३९
——— गोलांतर आरशावरील, ————— ४७०
——— गोलबाह्य आरशावरील, ————— ४७०
——— दर्शन ज्ञानतंतूवरील, ——— ४३४, ४६०
——— सपाट आरशावरील, ——————— ४६१
प्रतिरोध, अवरोध, अडथळा. ——————
प्रतिरोधकत्व, ७४, प्रतिरोधकरण्याची शक्ति, प्रतिरोध. ———————————
प्रतिलोम, उलटें. ———————————

शब्दपरिभाषा.

प्र.

प्रतिशब्द, ———————— ३९५
प्रदेश, जागा, स्थळ. ————————
प्रयोग, किं० प्रयोगदर्शन. अनुभव घेण्याविषयीं शास्त्रांत सांगीतल्या आक्रिया तद्नुरूप जो व्यापार तो. ————————
प्रवाहीशास्त्र. ———————— ३०७
प्रवाही, ८२, ३०६, वायु, जल, वाफ, इत्यादि जां जडपदार्थांचे ठायीं स्वाभाविक वाहणें, गमन करणें इत्यादि व्यापार असतात ते. ————
असंकोच्य ———————— ३०७
—— संकोच्य किं० वायुाकार, ———— ३५२, ३०७
—— चा दाब किं० भार, ———————— ३६४
—— चा लोट, ———————— ३१२, ३४०
—— चें समतोलन, ———————— ३०९, ३६४
प्रसृत, पसरलेलें ————————
प्रहार, फटका, टोला. ———————— ०

प्रायः

शब्दपरिभाषा.

प्रा॰ बि॰

प्रायः, प्रायशः, बहुतकरून. ——

प्रावण्य, स्वभाव, कोणेके कर्माविषयीं अभिमुखता.

प्रीजमेंकरून किरणवक्रीभवन, —— ५०९

प्रेरणा, —— ५९

—— गुरुत्वाकर्षकत्व, —— १०५

—— प्रक्षवाकृष्टी, —— १०२, १७७, १८०

—— प्रक्षेपोत्सृष्टी, —— १०३, १८०, १७७, २४३

—— स्पृष्टरेषा, —— १०४

फोकस, —— ४७४

—— गोलांतरआरशाचें, —— ४८०

—— गोलबाह्यआरशाचें, —— ४७४, ४८०

—— लेनसेचें, —— ५०५

फुट, बाराइंचें, अर्धहस्तास काहींउणें असतें जें मानतें. ——

बाळपणीचीशीक्षा, —— २३२

बिंब, ज्याचें प्रतिबिंबउमटतें तें. ——

शब्दपरिभाषा.

बु-भू.

बुध, —— २०९, २९६
बोलायाचाकरणा, —— ३९७
बंब, —— ३६९
——उच्चालककिं॰शोषक, —— ३७३
—— संकोचक, —— ३७३, ३७५
बृहस्पति, —— २१२, २९४
भरती ओहोट, —— २९६, ३०१
भस्मसात् होणें, जळून आणें. ——
भाप्रवेशाई, पारदर्शक. —— ४०६, ४८९
——त्व, पारदर्शकता, स्वच्छता. ——
भार, —— २४६, ३२१, ३५४, ३५७
भुज, —— २४१, २८९
भुजांचासमानांतर रेषा, —— २४१
भुजेचे अंश, —— २४१
भूगोल, —— २३२
भूस्थपदार्थ, पृथ्वीवरील वृक्षपाषाणइ॰पदार्थ.

शब्दपरिभाषा.

म·मा·

मकरादिवृत्त, —————————— २३६
मकरसंक्रांत, —————————— २५७
मंगल, —————————— २१२
मणिमंदिर, नानाप्रकारचे पाषाण, हिरे इत्यादि पहा वयास जा घरांत ठेवितात तें. ——————
मध्य, —————————— १००
—— आरशाचा, —————————— ४७१
—— गुरुत्वमध्याचें स्थान पाहण्याचीरीति —— ११९
—— गुरुत्वाचा, —————— ११६, १२०, १२५, २२९
—— चलन, —————————— ९९, १२४, २९९
—— महत्व, —————————— ११, ११६, १००
—— लेन्सेचा, —————————— ५०५
महत्व, आकृतिपरिमाण. ——————
महावृत्तें, —————————— २४०
मलसूत्र, —————————— १२३, १६२, १६५
मार्ग, —————————— ४५०

माधूर्य

शब्दपरिभाषा.

मा-मे.

माधुर्य, ———————— ४०४
मान, ———————— २८०
—— नाक्षत्र, ———————— २७५
—— सौर, ———————— २७५
—— स्पष्ट, ———————— २८०
मिन्यूट, अंशाचा ६० वा अंश. ————
मिश्रचलन, ———————— ९४
मुखवाद्य, ४०३, मुखानें जें वाद्य वाजवितात तें. —
मुख्यग्रह, ———————— २०१
मुसळाकारपदार्थ किं॰ सिलिंदर, ———— ११५
मुसूम, ———————— ३८३
मूळपदार्थ, ९, वनस्पति, झाड, गंधक, ताणा, इत्या
दिपदार्थ. ————————
मेघ, ———————— ३३२
मेघोदक, ———————— ३३६
मेधा, ———————— २३३

शब्दपरिभाषा.

मे·रं·

मैल, कोशाचे तृतीयअंशापेक्षां किंचित अधिकअस तो, तीनमैलआणि १६० फीट मिळून पक्काएककोस होतो. ——————

यंत्र, —————— १६६, १२३, १२४

—— उष्णमापक, —————— ३६७

—— वातमान, —————— ३६२

—— वाताकर्षक, —————— ५५, ३५६

—— वाफेचें, —————— १५८, १६९

—— वायु, ५२ एक दोघांजणानीं आंतबसून आकाशांतचढूनआवयास लांकूड, वस्त्र, वहलका वायु इत्यादिकें करून करितात तें. ——

—— शास्त्र, —————— १२२

यांत्रिकशक्ति, —————— १२३

याम्योत्तररेषा, —————— २३९

रंग, —————— ७४, ३७२, ५११

रंगपंक्ती, किं॰ स्पेक्ट्रम्, —————— ५१३

शब्दपरिभाषा.

रे. ले.

रंगमिश्रकरणें, ———— ५१६
रात्रि, ———— १९६
राशी, ———— २१७
—— चक्र, ———— २१८
रुपयावपीसयांचें समवेगपतन, ———— ५३, ५६
रेघस्पर्शक, ———— १०४
रेषागुरुत्वाची, ———— ११२
— समानांतर, ———— ४१
रोंख, कोणेकलक्ष्यातें लक्षून त्याजकडेस जापदार्था
 नें आभिमुख्य असतें तो गमनमार्ग. ————
लघुकोन, ———— ९१
लघुवृत्तें, ———— २४०
लंब, ———— ८८
—— रेघ, ———— ८८
लेन्स, ———— ५०५
—— गोलांतर, ———— ५०७

गोल

शब्दपरिभाषा.

ले. व.

—— गोलबाह्य, —————————— ५०७

लेन्सेचा ध्रुव किं० कणा, —————— ५०५

चें फोकस, —————————— ५०५

वक्रीभवन, —————————— ५०५

लोकसंकीर्ण, वसलेलें. ——————

लोखंडाची होडी, पान व लोखंडाचे पत्रांचें जें लहान

तारूं ती. ——————————

वक्रता किं० वक्रीभवन किरणाचें. ———— ४८९

कांचेकरून, —————————— ५०२

प्रीजमेंकरून, ———————— ५०१

लेन्सेंकरून, ———————— ५०५

वातावरणेंकरून, —————— ४९८

वर्ग, ——————————— १०१, २०२

वर्तुल, किं० वृत्त, —————— ८९, २४५

खंड, ——————————— ८९

दीर्घ, ——————————— १८६

शब्दपरिभाषा.

व. पा.

पाद, वर्तुलाचा चौथा भाग. ———

वर्तुलाकारगति, ——— ९८, १८२

वर्धमानगति, ——— ६७

वर्धमानांतरकिरण, ——— ४७०

वन्ह्यादर्श, ——— ४८३

वपा, मूत्राशय. ३५७, पश्वादिकांचे पोटांत मूत्र र
हावयाची त्वचारूप कोथळी असते ती.

वर्ष, ——— २७४

—— नाक्षत्र, ——— २७९

—— सौर, ——— २७६

वसंतकाळींचें समरात्रिंदिव, ——— २६०

वस्तुतः, खरोखरें. ———

व्यवहित, ——— २९८

वाटरलेवल, ——— ३११

वातमानयंत्र, ——— ३६२

वातांबर, वातावरण, २६८, ३३३, ३५३, ३७८, ४२७

शब्दपरिभाषा.

वा.

पृथ्वीभोंवतें जें वायूचें आवरण तें, वायु.

वातावरणेंकरून किरणपरावर्तन, ——— ३८३
——————— किरणवक्रीभवन, ——— ४९८
वाद्यनाद, ——————————— ३९९
वाफ, ——————————— २२, ५०
वाफेचें यंत्र, १५८, १६९, जें यंत्र वाफेचे ओरानें
चालतें तें मुंबईमध्यें टांकसाळ गोदी अशा
स्थळीं वाफेचीं यंत्रें आहेत. ———
वाफेची नौका, १७०, जी नौका वाफेकरून चालते ती.
वायु, ——— ६, १८, ४६, १०५, ३५२, ४२७, ४३६
——— ची आर्द्रता, ——————— ३६५
——— चें गुरुत्व, किं० भार, ——— ३५४, ३६०
——— चें विशिष्टगुरुत्व, ——————— ३६२
वायुप्रतिबंध, ——————————— ४६
वायुयंत्र, ——————————— ५२
वारा, ——————————— ३१८

काटा

शब्दपरिभाषा.

व्या·वि·

—— कादाचित्क, —— ३८३

चलित, —— ३७७

नियमित देशींचा, —— ३८१

व्याख्या, नियमितअर्थ. ——

व्याख्यान, उघडें करून बोलणें. ——

व्यापक, —— १७१

व्यापार, कर्म, क्रिया. ——

व्यापारिता, व्यापारकरण्याची सत्ता. ——

व्यास, —— २४०

विजातीय, वेगळे जातीचें ——

विपर्यास, अधिकउणें करणें. ——

विभाज्यत्व, —— ५, १०

विवेक, —— १७४, २२१

विवेचन, विचार. ——

विशालकोन, —— ९१

विशिष्ट, कांहीं एकजें विशेषण तेणें करूनजें युक्त

किं॰

शब्दपरिभाषा.

वि॰वे॰

किं॰ सहित; उदाहरण, चलनविशिष्टपदार्थ.

विशिष्टगुरुत्व, —— ३१९

विषय, जावर बोलणें, मनन चालतें तोत्याचा. ——

विषम, समाननाहीं तें. ——

विषमनाद, —— ४००

विस्तृत, पसरलेलें. ——

वृत्त, —— २३५

—अयन, —— २३५

—उत्तर, —— २३५

— कर्कादि, —— २३६

— क्रांति, —— २१९, २३६

— दक्षिण, —— २३५

— मकरादि, —— २३६

वेग, —— ६०, ११२

वेग वेगगण्य, —— ६१

— स्वतंत्र, —— ६०

शब्दपरिभाषा.

वे. शो.

वेस्ता, —— २१२
वैरल्य, —— २०
वैषम्य, अंतर, सारिखेपणाचा अभाव. ——
शंकोद्भवन, शंका घेणें. ——
शब्द, किं॰ नाद, —— ३८७, ३९९
—— वेग, —— ३९४
शनि —— २१३
शरत्कालींचें समरात्रिंदिव, —— २६०
शिथिलावयव, प्रवाही, सद्रव किं॰ मउ पदार्थ. —
शीतकाल, —— १८९
शीतखंड, —— २२५, २३९
शीतकालीन समरात्र, —— २६०
शीतोष्णसमखंड, किं॰ समशीतोष्णखंड, — २३९, २५८
शुक्र, —— २१०, २९६
शोषक, किं॰ उच्चालकवंब, —— ३७१
शोषण, आंत ओढून घेणें, जिरणें. ——

किर

शब्दपरिभाषा.

श्र. स.

—— किरणाचें, —————————— ५२१

श्रवणज्ञानतंतु, किं० श्रोत्रेंद्रिय. —— ३९९,४३६

संकोचकबंध, —————————— ३७३,३७५

संकोचन, आंखुडणें, लहान होणें. ——

संकुचित, आंखुडलेला. ——

संकोच्य, जो पदार्थ आंखुडला जातो तो. ——

संकोच्यत्व, ८२, जा धर्मामुळें पदार्थ आंखुडला जातो तो. ——

संक्रमण, ग्रहादिकांचें गमन. ——

संघर्ष, —————————— १६६

सच्छिद्रता, —————————— ८६

सजातीय, एके जातीचें. ——

सततगति, —————————— ६४

सदार्ढ्य, जा पदार्थाची अवयवरचना घण तो. ——

सनादपदार्थ, २८७, तांबें कांसें. इत्यादि जांपासून नाद उठतो ते प्रत्येकीं. ——

संध्या

शब्दपरिभाषा.

सं.

संध्याकाळाचें वर्णन, ———— २१०
सपाट, किं॰ समानआरसा, ———— ४६९
संपात, ———— २५४, २५६
समकोणचतुरस्त्र, ———— १७७
सम किं॰ समानगति, ———— ६२
समरात्रिंदिव, ———— २५६, २६१
समरात्रीचें संसरण, ———— २७७
समरेषा, किं॰ विषुववृत्त, ———— २३५
संभावना, संभव, अमुकस्थलीं अमुकपदार्थ असेल काय, हापदार्थ अमुकस्थलीं असावा इत्यादिरूप जो मनोव्यापार ती. ————
समाधान, संशयनिवृत्ति; पूर्वपक्षाचा निरास करणारें जें वाक्यादिकें. ————
समानकोण, ———— ८९, ९०
समानचौकोन, काटकोनचौकोन. ———— ९७
समानाधिकरण, एकसारिखें अधिकरण ह्मणजे पदा .

र्थ

शब्दपरिभाषा.

स·सा·

—— र्थ रहावयाचें किं॰ क्रिया घडावयाचें स्थान. ——

समानांतर, सारिखें अंतर, अवकाश. ——

समानांतररेषा, —— ४१

समावेश, मावणें. ——

सवैरत्यपदार्थ, जापदार्थाची अवयवरचना विरूळतो.

संमिश्रण, एकत्रकरण, एकांतएक मिळविण्याचा व्यापार. ——

समोष्णशीतखंड, —— २३९, २५८

सरोवर, —— ३४९

संसरण, सरणें. ——

साधारण, सामान्य; जेंसर्वत्र असतें; सरासरी. —

सांनिध्य, जवळ असणें, जवळपणा. ——

सामान्यतः, बहुतकरून. ——

सामान्यधर्म, —— ४

साम्य, बरोबरी. ——

सायनकर्क, —— २५४

शब्दपरिभाषा.

सा. सू.

सांसिद्धिकधर्म, ——— ५
साहचर्य, नित्यसंगतपणा नित्यसहवासित्व. ———
सिफन, ——— ३४१
सिद्धपदार्थ, ईश्वरानें केलेजे चंद्र,सूर्य, जल, वायु, वृक्ष, पाषाण, इत्यादिपदार्थ. ———
सिद्धपदार्थविज्ञानशास्त्राचें फल, — २४, ३३४, ५७५
सिरीस, ——— २१२
सिलिंदर, किं० मुसलाकारपदार्थ, ——— ११५
स्थिति, राहण्याचा, असण्याचा प्रकार, असणें.
स्थितिस्थापकत्व, नियताकारत्व. ——— ८२
स्थितिस्थापकसंस्कारयुक्तपदार्थ, नियताकारपदार्थ १८, ४९
स्थिरतारा किं० अचरतारा. — १९३, २१७, २७४, २९१
सुगंध, ——— ११
सूर्य, ——— १९१, २०१, ४०७, ४१८
— ग्रहण, ——— २०६
— सूक्ष्मदर्शक, ——— ५६४

शब्दपरिभाषा.

स. स्व.

सूक्ष्मदर्शक, ———— ५७०
———— एकेरी, ———— ५६१
———— दुहेरी, ———— ५६२
सृष्टि, ———— २२५, २३०, ५२५
सेकंद्, एके मिन्युटाचा साठावा अंश, किं॰ विपळ. —
स्नेहाकर्षकत्व, ———— १७, ५९, ३०६, ३५३
सोन, ———— ८५, ३२२, ४७२
सोरमान, ———— २७५
सोरवर्ष, ———— २७६
स्पष्टीकरण, उघडें करणें. स्पष्ट दाखविण्याचा व्यापार.
स्पर्शकरेघ, ———— १०४
स्पर्शनज्ञानतंतु किं॰ त्वगिंद्रिय, ———— ४३६
स्पृष्टरेषाप्रेरणा, ———— १०४
स्पेक्ट्रम, ५१३, रंगपंक्ति. ————
स्वप्रकाशपदार्थ, ———— ४०६
स्वर, ———— ३८७

शब्दपरिभाषा.

स्व· ज्ञा·

स्वरसाम्य, —— ४०२

हर्षल किं॰ जिआर्जिमसिडस् —— २१४

क्षितिजरेषा, किं॰ समरेषा. —— २६१

क्षीयमाणगति, —— ६६

क्षीयमाणांतर, जें अंतर किं॰ अवकाश कमी होत जातें तें. ——

क्षीयमाणान्तरकिरण, —— ४१८, ४२७, ४७०

ज्ञानतंतु किं॰ ज्ञानेंद्रिय. —— ४३५

—— आघ्राण, —— ४३६

—— दर्शन, —— ४२९, ४३६

—— श्रवण, —— ३९९, ४३६

—— स्पर्शन, —— ४३६